المكتبة الثقافية

١٦١

الصراع بين الميكروبات والنباتات

دكتور حسين العروسي

الدار
المصرية
للتأليف
والترجمة

١ اغسطس سنة ١٩٦٦

المكتبة الثقافية

- أول مجموعة من نوعها تحقق اشتراكية الثقافة
- تيسر لكل قارئ أن يقيم في بيته مكتبة جامعة تحوى جميع ألوان المعرفة بأقلام أساتذة ومتخصصين وبخمسة قروش لكل كتاب

الكتاب القادم

الشعر في إطار العصر الثوري

دكتور عز الدين اسماعيل

١ سبتمبر سنة ١٩٦٦

دار مصر للطباعة

الثمن ٥ مـ

مكتبة مصر
٣ شارع كامل صدقي - الفجالة

توزيع

مكتبة مصر

٣ شارع كامل صدقي - الفجالة - القاهرة

تليفون : ٩٠٨٩٢٠ - ٩٠٥١٤٧

الصراع بين الميكروبات والنباتات

النبات والميكروب

حياة أقرب للحرب منها للسلام ، طابعها الصراع والكفاح الصراع فيها بدأ مع الخليقة ومستمر حتى الفناء . القوى فيها سيد ومسيطر ، والضعيف فيها مسود وهالك . القوة فى هذا الصراع لا تقاس بالحجم أو بالعضلات ، فمن الكائنات ما لا يرى الا بأدق الآلات غير أن آثار نشاطه تدل على قوته وجبروته وقدرته الفتاكة بما نعتقد أنه من أقوى المخلوقات . صراع الحياة قائم بين النوع ونفسه وبين النوع وغيره . ومن أشد مظاهر هذا النوع ما نلمسه بين النباتات الراقية والميكروبات .

النباتات الراقية هى نباتات كبيرة بلغت من الرقى شأوا بعيدا ، تمتد أجزاؤها عمقا فى باطن الأرض وارتفاعا ناحية السماء ، تخصصت بها الأعضاء والأنسجة فاختلفت فى تركيبها وتنوعت فى خواصها ووظائفها ، فمنها ما يقوم بامتصاص الغذاء ومنها ما ينقل هذا الغذاء ، بعضها يختص بتجهيز الغذاء فى صوره الملائمة والبعض يخزن ما يفيض عن الحاجة من هذا الغذاء المجهز . وللتنفس أنسجة خاصة وللاخراج تركيبات أخرى . أما التكاثر والمحافظة على النوع

فهو من اختصاص تركيبات زهرية يتمثل فيها مدى ما وصلت اليه تلك النباتات من تقدم ورقى .

أما الميكروبات فهى بسيطة فى تركيبها بدائية فى وظائفها قد تتكون من خلية واحدة تقوم بكل وظائف الحياة ، وقد تتعدد فيها الخلايا ولكن معظمها يتشابه شكلا ووظيفة ، التخصص فى أعضائها محدود وبدائى . ومع بدائية الميكروبات وضعف مظهرها فان الكثير منها قد اكتسب من الصفات ما تمكنت به من صراع النباتات الكبيرة رغم تطورها البعيد ورقيها الكبير .

بدء الحياة

اذا آمنا بنظرية النشوء والارتقاء فالحياة بدأت على الأرض بسيطة غير معقدة ثم ارتقت وتنوعت ، متخذة فى ذلك سبلا شتى ، متشعبة حتى صارت الى تلك التشكيلة الواسعة من المخلوقات ، التى لا تحصى بالمئات أو بالألوف ولكن بملايين الأنواع من الأحياء ، التى استعمرت مختلف البيئات من اليابس والماء والهواء ، والتى امتد انتشارها من المناطق الاستوائية حتى المناطق المتجمدة ، والتى شملت الميكروبات البدائية والنباتات الراقية .

كانت الميكروبات أسبق الكائنات ظهورا على البسيطة . نشأت بادىء الأمر فى أرض خالية من الحياة كانت تغذيتها من أملاح الأرض وبعض المواد العضوية البسيطة التى

تكونت ذاتيا بفعل العوامل الطبيعية . تكاثرت تلك الميكروبات البسيطة وانتشرت بدون ما عائق ولا منافس غريب . ثم تطورت تلك الميكروبات الأولى على مر السنين واتخذت فى تطورها طرقا مختلفة فظهرت الكائنات المختلفة الأحجام المتباينة الصفات . ومن أوضح الصفات تباينا ، طريقتها فى الحصول على الغذاء ، فكان منها ما يعتمد فى غذائه على المواد العضوية التى يكونها غيره من الكائنات ومنها ماتعيش عيشة مستقلة تتغذى تغذية ذاتية فهى فى غير حاجة الى غيرها فى الحصول على غذائها . تشكلت الكائنات وتنوعت فكان منها الأجناس والأنواع . أما الميكروبات فقد فَقَدَ بعضها القدرة على المعيشة المستقلة فكان لا بد لها كى تعيش من أن تعتمد على كائن حى آخر يكوّن لها ما تريد من مواد عضوية* ، بعضها يحصل عليها من بقايا الكائن الحى وبعضها يناله منه وهو حى فهى تسطو عليه لتحصل على غذائها منه ، فكانت تلك الميكروبات المتطفلة على كائنات حية أخرى .

كان هذا الشكل من الميكروبات المتطفلة بمثابة الشرارة التى انطلقت مهددة الحياة بالفناء ، فهى لاتعيش فى سلام مع غيرها من الكائنات ، بل شيمتها الغدر والفتك . وكان على الكائنات الأخرى أن تتسلح للدفاع ، فهى تعيش فى عالم تتنافس فيه الأحياء فى سبيل الحياة وتحكمه نظرية باقية ما بقيت الحياة ، ألا وهى البقاء للأصلح ، فالكائن الضعيف

يضيع ويفنى فى خضم الحياة . والقوى الذى يمتلك من الامكانيات والأسلحة مايتمكن به من مقاومة قسوة الطبيعة وضراوة المنافسة يبقى فى هذه الحياة .

الاحساس بالصراع الدائر حول النباتات

لم يكن من الشىء اليسير أن يتصور الانسان قبل التقدم العلمى الحديث أن هناك صراعا يحدث بين كائنين احدهما يراه والآخر لا يراه ، الا فيما تحكيه قصص القدماء وما تتناقله ألسنة العجائز من أعمال خارقة يقوم بها الجان وما يظنه البعض من فعل الأرواح الخيرة والأرواح الشريرة .

الصراع بين النباتات المرئية والميكروبات غير المرئية قبل التقدم العلمى الحديث ، يظهر أثره على النباتات واضحا جليا اذا تغلب الميكروب وانتصر . فقد ينتج عن هذا الصراع القضاء الكلى على النبات أو قد يترك الميكروب فى أثره بعض العاهات بجسم النبات أو قد يحدث به ضعفا أو انحرافا عن طبيعته ، وهذا ما يطلق عليه فى العلم الحديث بالمرض النباتى . فالنبات يمرض كالانسان ، والنبات يصارع المرض كما يصارعه الانسان ، والنبات قد يتغلب على المرض كما يتغلب الانسان ، الا أن طبيعة الصراع تختلف فطبيعة الانسان غير طبيعة النبات .

آثار هذا الصراع تحكيه النباتات المتحجرة ، وهى

نباتات عاشت فى أحقاب جيولوجية بالغة فى القدم بعضها سبق ظهور الانسان بأزمنة غابرة ، فمن هـــذه النباتات ما يدل على أنه كان صحيحا معافى ، بنيانه كان قويا متينا ومن هذه النباتات ما يدل على أنه قاسى ما قاسى واستسلم لمرضه منهزما .

ظهر الانسان وتعلم كيف يكتب ويقرأ ، فسجل ماشاهده من ضعف ومرض أصاب النبات ، وحاول وعلل . وكانت تسجيلات كثير من الأوائل دقيقة بالنسبة لعصرهم الا أن تعليلاتهم لم تع حقيقة الصراع بين كائنين ، بل كان يغلب عليها الغموض والخرافة . فقد عزى اليونان القدماء ضعف وموت بعض النباتات الى فعل النجوم أو غضب الآلهة ، لهذا كان زراعهم يحددون مواعيد الزراعة ومواعيد القيام بالعمليات الزراعية حسب مواضع بعض النجوم وحسب أطوار القمر ، كما كانوا يلجأون للاله أبولو وغيره من الآلهة ليحفظ زراعتهم من الهلاك .

لم يختلف الرومان فى عقـــائدهم كثيرا عن اليونانيين القدماء ، ومن ذلك نذكر على سبيل المثال عقيدة الرومان فيما يعرف حاليا بمرض صدأ النجيليات . فقد اعتقدوا أن ظهور الصدأ فى القمح يرجع الى غضب الهى الصـــدأ روبيجوس Robigus وروبيجو Robigo نتيجة اثم اقترفه غلام فى الثانيـــة عشرة من عمره ، اذ أشعل النار فى ثعلب سرق دجاجة من دجاج أبيه وكان الأجدر أن يطلقه ويمنحه

فرصة للندم . ولهذا كان الرومان يقيمون احتفالا سنويا فى ابريل من كل عام يطلقون عليه احتفال روبيجاليا **Rubigalia** يبتهلون فيه الى الهى الصدأ أن ينتج محصولهم سليما خالية من الصدأ ، وكانوا يتبدئون احتفالاتهم بالصلاة قائلين « يا روبيجو الجبار ، نتوسل اليك أن احفظ زراعات حبوبنا ، وأن ارفع عنا أياديك القاسية » ، ثم يتبعون صلاتهم بالتضحية بكلب أصفر أو حيوان آخر أصفر اللون بين طقوس دينية خاصة . هذا وقد استمر الرومان يقيمون احتفالات « الروبيجاليا » مدة سبعمائة عام قبل الميلاد .

امتلأت كتب انبياء بنى اسرائيل بأمثلة عن أضرار حدثت لمحاصيلهم نتيجة لسوء أعمالهم وعدم اطاعتهم لأوامر الرب ونواهيه ، ومن ذلك ما جاء فى كتاب حجى النبى الذى عاش حوالى سنة ٥٠٠ قبل الميلاد ، اذ طلب منهم بناء هيكل الرب فلم يطيعوه فقال لهم « هل الوقت لكم أن تسكنوا فى بيوتكم المغشاة وهذا البيت خراب » ، الى أن قال « مذ تلك الأيام كان أحدهم يأتى الى عرمة عشرين فكانت عشرة . أتى الى حوض المعصرة ليغرف خمسين فورة فكانت عشرين . قد ضربتكم باللفح وباليرقان وبالبرد فى كل عمل أيديكم وما رجعتم الى يقول الرب » . كما جاء فى كتاب التثنية منذرا من لا يعمل بوصايا الرب « يضربك الرب بالسل والحمى والبرداء والالتهاب والجفاف واللفح

والذبول فتتبعك حتى تفنيك » . واللفح والذبول اللذان ورد ذكرهما فى كتابى حجى والتثنية هما مرضان يحدثان للنبات نتيجة لهجوم بعض الميكروبات عليها . هذا وقد تكرر ذكر التهديدات باللفحة والذبول والبياض التى تصيب النباتات فى مواضع مختلفة من كتب أنبياء بنى اسرائيل بجانب تهديداتهم بالجراد ويرقات الحشرات التى تهاجم النباتات والحميات التى تصيب الانسان ، دالا بذلك على أهمية وخطورة الأمراض النباتية فى تلك الأوقات . فكان الأهالى يلجأون الى العبادة واطاعة الأوامر الربانية والابتعاد عن المعصية دفعا لتلك الأخطار عن محاصيلهم .

مظاهر الصراع فى العصر الحديث

لعب الصراع بين الميكروبات والنباتات أدوارا بالغة الأهمية فى التاريخ الحديث ، فقد كان لهذا الصراع أثر كبير واضح على سعادة الجنس البشرى ورفاهيته ، كما كان له فى بعض الأحيان تأثير واضح فى الاتجاهات السياسية العالمية ، وترجع أهمية هذا الصراع الى أهمية النباتات كغذاء للانسان ، فتقدر نسبة ما يستهلكه الانسان من النباتات بحوالى ٩٤٪ من غذائه ، أما معظم الباقى من الغذاء فهو حيوانى الأصل ، والأخير يعتمد فى اكثاره على النباتات . من هذا تتضح أهمية النباتات فى حياة الانسان فاذا علمنا أن سكان العالم يزيدون بمعدل ثلاثين مليونا من

الأشخاص كل عام ، أى أن هناك كل عام ثلاثين مليونا من الأفواه زيادة عن العدد الذى كان موجودا فى العام السابق فى حاجة الى نباتات تلتهمها ونباتات تربى عليها غـذاءها الحيوانى . كما أن الانسـان يستغل كثيرا من النباتات فى الكساء وفى الدواء . لهذا كان على الانسان أن يعمل على زيادة نباتاته وأن يجاهـد للحفاظ عليها ووقايتهـا من مسببات نقصها .

وقد كان للدواء الخطير الذى لعبه الميكروب الذى أطلق عليه اسم « فيتوفثورا انفستانز » مع محصول البطاطس ، أثر كبير فى هزيمة الألمان النهائية فى الحرب العالمية الأولى والبطاطس لم تكن قبل سنة ١٥٠٠ محصولا معروفا الا فى مساحات قليلة بأمريكا الجنوبيـة ، ثم نقله المستعمرون الأوائل الى أوربا مع بعض محـاصيلهم الأخرى كالذرة والدخان . واستمرت البطاطس مـدة قرنين من الزمان فى عالم النسيان لا تزرع الا فى الحدائق النباتية التىاكتشفت أهمية درناته فى غذاء الانسان ، فانتشر انتشارا سريعا فى أنحاء أوربا بصفة عامة وفى ايرلندة والجزر البريطانية بصفة خاصة . وأصبحت البطاطس المحصول الأول الذى تفوق على جميع المحاصيل النباتية الأخرى فى المساحة التى تزرع منها ، وفى عـدد الأهالى الذين يستهلكونه . وليس هنـاك من المحاصيل ما انتقل من دنيا الجهـل والنسيان الى عالم الشهرة والانتشار بمثـل ما حـدث

للبطاطس . وللشهرة ضريبتهـا ، فقـد كانت البطاطس تصاب فى بلادها الأصلية بميكروب «فيتو فثورا انفستانز» المسبب لمرض يعرف حاليا باسم اللفحة المتأخرة . ولم يكن لهذا الميكروب فى موطنه الأصلى بأمريكا الجنوبية أهمية كبيرة ، ومع ذلك فقد عز عليـه أن يترك البطاطس تنتشر وتتسع مستعمرة الكثير من أراضى العالم القديم . فدخل الميكروب الى أوربا مع درنات مستوردة قبيل سنة ١٨٤٠ ، واستفحل الميكروب المهاجر وتوغل واصبح أشد ضراوة وفتكا . وقد كان من أشد جولاته فتكا ما حدث سـنة ١٨٤٥ فى أوربا وشمال شرق أمريكا الشمالية ، فقد هاجم زراعات البطاطس النامية الخضراء التى كانت تشرح النفس وتسر القلب ، محـولا اياها فى أيام قليلة الى عروش ذابلة متشحة بالسواد ، تغتم منها النفس ويحزن لمنظرها القلب ، أما الدرنات التى كانت تمنى صاحبهـا برزق وفير وخير عميم ورخاء مستديم فقد صارت كتلا عفنة يقربها الذباب ويهرب من رائحتها الانسان ، فأصبحت الجنان جحيما وصار السرور حزنا مقيما والنعيم شقاء وبيلا . فعمت المجاعات ومات من مات وتحول الـكثيرون من الهزال الى هياكل حية تعيش بقلة من الغذاء بعد أن أفنى الميكروب الخبيث محصولهم الرئيسى . وقد جاءت الأنباء بأن نصف مليون من الشعب الايرلندى قد سقط فريسة للمجاعـة فى تلك السـنة وإن مليونا منهم قـد ماتوا نتيجة الجوع

وسوء التغذية خلال الخمس عشرة سنة التالية . والكثير من الذين قاوموا سوء التغذية ويقدرون بحوالى المليونين من السكان هربوا من قلة الغذاء وخوفا من تكرار شــدة الوباء الذى استوطن ايرلندة اذ ذاك ، هربو الى الأرض الجديدة الواسعة فى الدنيا الجديدة ، وهناك فى الولايات المتحدة الأمريكية كانوا نواة للسلالة الايرلندية من الشعب الأمريكى .

ومن الأمثلة الشهيرة فى التاريخ الحديث : الصراع بين الميكروب « اندوثيا بارازيتكا » وأشجار « أبو فروة » . دخل هذا الميكروب الى أمريكا من الشرق فى أوائل القرن الحالى مع بعض الأجزاء النباتية المصابة به . ولم يكن هذا الميكروب فى مواطنه الأصلية مصدر خطر واضح على نباتات « أبو فروة » ، اذ أن تلك النباتات كانت تمتلك من القدرات ما يمكنها من مقاومة هذا الميكروب وصد هجومه . شوهد هذا الميكروب للمرة الأولى سنة ١٩٠٤ على بعض أشجار « أبو فروة » المنزرعة فى حديقة الحيوانات بمدينة نيويورك . وقد كانت أشجار « أبو فروة » الأمريكية من نوع مخالف لأشجار «أبو فروة» الشرقية . هاجم الميكروب «اندوثيا» أشجار « أبو فروة » الأمريكية فاستسلمت له استسلاما سريعا . وانتقل الميكروب الى آلاف الأشــــجار فى ولاية نيويورك فكانت الأشجار تسقط صرعى واحدة بعد أخرى وامتــد الوباء من ولاية الى أخرى . ولم يمض على ذلك

عشر سنوات حتى كانت غابات « أبو فروة » العظيمة الشامخة الممتدة على الساحل الشرقى للولايات الأمريكية من ولاية مين **Maine** شمالا الى ولاية شمال كارولينا **North carolina** جنوبا ، أى من خط عرض ٤٥ الى خط عرض ٣٥ ، أطلالا تنعى أيام عظمتها ، فقد تغلب الميكروب اللعين الدخيل وقضى على الأشجار الشامخة الراسخة فى زمن يسير (شكل ١ ، ٢) ، وقد قدرت الخسائر فى الأشجار خلال تلك السنوات العشر بما يزيد على خمسين مليونا من الدولارات . وقد كان هذا الميكروب انذارا خطرا داهما ، فأكد أهمية ايجاد خط دفاعى قوى حصين ضد الأعداء الأجنبية الدخيلة . وأمكن بعد ذلك تحقيق ما نادى به الكسندر كرو **Alexander Craw** سنة ١٨٩١ من ضرورة سن قانون للحجر الزراعى يحمى البلاد من خطر الميكروبات الأجنبية ، وقد تحقق ذلك سنة ١٩١٢ بعد مأساة غابات « أبو فروة » .

لا ينجو نوع نباتى من عدو أو أكثر من الميكروبات . وكثيرا ما يكون لهذا النوع النباتى قصة حزينة أو مأساة مؤلمة عاشها مع أحد هذه الميكروبات ، شعر بها الانسان وتأثرت نتيجة لها اقتصادياته . وفى هذا المجال يأتينا ذكر قصة نباتات العنب مع ميكروبين هاجما العنب متتابعين ، فما كاد الإنسان ينتصر للعنب على الميكروب



(شكل ١) منظر لبعض أشجار « أبو فروة » فى عظمتها



(شكل ٢) منظر لبعض أشجار أبو فروة وهى صرعى الميكروب « اندوثيا »

الأول حتى ظهر الميكروب الثانى وتدخل فى القتال فكانت له جولة قاسية .

فى سنة ١٨٤٥ ظهر على العنب فى انجلترا ميكروب يعرف حاليا باسم « أنسنيولا » ويسبب المرض المعروف بالبياض الدقيقى ، وذلك بعد أن هاجر الى انجلترا من موطنه الأصلى ، وقد تضاربت الآراء حول موطنه الأصلى فمن قائل أنه أمريكى ومن قائل أنه يابانى ، وأيا كان موطنه فقد تنقل فى أوربا سريعا غير محترم لحدود طبيعية أو حدود سياسية . فظهر فى فرنسا سنة ١٨٤٧ وفى خلال أربع سنوات كان قد عم زراعات العنب الفرنسية ، فظهرت آثار هجومه على أجزاء العنب الهوائية من أوراق وأزهار وثمار ، وأثر تأثيرا واضحا على المحصول ، ونتيجة لهذا فقد قل محصول النبيذ كثيرا ، فانخفض معدله فى فرنسا من ألفى لتر للفدان سنة ١٨٥٠ الى ألف وثلثمائة لتر للفدان سنة ١٨٥٢ ، والى أربعمائة وتسعين لترا فقط سنة ١٨٥٤

واصل الميكروب بعد ذلك زحفه فوصل الى ايطاليا والمجر واليونان ثم الى آسيا الصغرى فشمال افريقيا حيث وصل الى العنب المصرى .

اهتم العلماء بميكروب « أنسنيولا » خوفا على اقتصادياتهم ، وتمكنوا من الحد من انتشاره ، وفى ذلك الوقت ظهر العدو الميكروبى الثانى والذى يعرف عاميا باسم « بلازموبارا » والذى يسبب المرض المعروف بالبياض

الزغبى . دخل ميكروب العنب الثانى الى أوربا قادما من أمريكا الشمالية موطنه الأصلى محمولا على شتلات عنب وكان لدخوله قصة . فقد كان زراع العنب فى فرنسا يقاسون فى ذلك الوقت من حشرة ضارة تعرف باسم حشرة « الفللوكسيرا » . كانت هذه الحشرة تهاجم جذور نباتات العنب الأمريكية ، ولكن لا تنال منها كثيرا نظرا لما لها من امكانيات تضعف من هجوم هذه الحشرة . وقد هاجرت هذه الحشرة الى فرنسا حيث العنب الفرنسى سهل المنال لهذه الحشرة . لهذا فكر زراع العنب فى فرنسا فى استيراد أصول عنب أمريكية ، جذورها بعيدة المنال على هذه الحشرة وذلك لزرعها كأصول ويطعمون عليها نباتات العنب الفرنسية ، أى يكون الجزء الأرضى من العنب أمريكيا والجزء الهوائى العلوى فرنسيا وكان لهم ما أرادوا فوصلتهم شتلات العنب الأمريكى سنة ١٨٧٠.

طبيعة الحياة التى لا ترضى الهدوء والسكينة ، بل التى تفرض على الكائنات القتال والصراع أبت أن يعيش العنب بعد ذلك فى أمان ، بعد أن انتصر الانسان للعنب ضد الميكروب الأول فوجد له مبيدا قاتلا وبعد أن استوردت أصول العنب الأمريكى التى تصد حشرة « فللوكسيرا » ، فحملت الطبيعة شتلات العنب المستوردة بآفة جديدة لتصارع العنب مرة ثالثة بعد الصراعين الأولين ؛ صراع

ميكروب « انسنيولا » وصراع حشرة « فيللوكسيرا » ، فكانت الجولة الثالثة للعنب مع الميكروب الثانى «بلازموپارا» وكانت الجولة الثالثة جولة سريعة خاطفة مع ميكروب شديد مدمر ، انتشر انتشارا سريعا فى انحاء اوروبا وخاصة اوروبا الوسطى وساحل البحر الأبيض ثم وصل الى شمال افريقيا ومنها الى زراعات العنب فى مصر . وقد جاءت الأنباء بأن النقص فى محصول النبيذ نتيجة لهذا الميكروب قدر بثلثمائة مليون لتر سنة ١٨٩٢ فى المجر وحدها وبألف ومئتى مليون لتر سنة ١٨٩٥ بايطاليا وحدها .

معرفة طبيعة الصراع

بين النباتات والميكروبات

معظم الميكروبات غاية فى الصغر ، قد تصل فى الصغر الى أقل من ميكرون ، والميكرون وهو قياس طولى عبارة عن جزء من ألف من المليمتر . لهذا لم يكن من الممكن رؤية الميكروبات قبل اختراع المجهر الذى يكبر الشىء مئات المرات . وقدكان للصانع الهولندى أنتونى فان لو فنهوك Antony van Leevwenhock الذى عاش فى الفترة من سنة ١٦٣٢ الى سنة ١٧٢٣ الفضل الأول فى رؤية الميكروبات ، فقد تقدم كثيرا بصناعة المجهر فرأى البكتريا وسجلها لأول مرة سنة ١٦٨٣ ، والبكتريا هى مجموعة من الميكروبات الدقيقة الوحيدة الخلية .

هذا ، وقد احتاج تفهم حقيقة الميكروبات الى سنين طويلة ظل خلالها العلماء يتخبطون فى الآراء والأفكار حول طبيعة الميكروب ، وقد استمر ذلك حتى حوالى منتصف القرن التاسع عشر . وقد اعتقد العلماء خلال هذه الفترة من الزمان أن الميكروبات تخلق وتتوالد فى النباتات والحيوانات والسوائل نتيجة لظروف خاصة . وقد أخذ

علماء النبات والحيوان يتبادلون هذه النظرية حتى سنة ١٨٦١ حيث دحض العالم الفرنسى لويس باستير **Leuis Pasteur** نظرية التوالد الذاتى ، اذ أثبت بتجارب علمية عملية تمتاز بالدقة والبساطة وباستنتاجات منطقية سليمة أن الخمائر ، وهى كائنات حية دقيقة كانت تصاحب دائما السوائل المتخمرة ، لا تتوالد ذاتيا فى السوائل أثناء تخمرها ، بل هى توجد فى الجو المحيط وتسبب التخمر .

تخاطف العلماء النظرية الجديدة عن طبيعة الميكروبات وبدءوا يطبقونها لتفسير الأمراض النباتية والحيوانية . وقد كان الطبيب الألمانى روبرت كوخ **Robert Kock** أول من اثبت أن هناك صراعا بين ميكروب معين وحيوان ما يؤدى الى انتصار الميكروب وهزيمة الحيوان . فقد درس سنة ١٨٧٦ مرض الجمرة الخبيثة ، وعرف أن البكتريا العضوية التى توجد فى دم الحيوان المريض هى السبب الحقيقى للمرض . استمر كوخ فى أبحاثه مثبتا أن الميكروبات يمكنها أن تتكاثر داخل جسم الحيوان وأن تنتقل من فرد الى آخر . وفى سنة ١٨٨٤ نشر كوخ فروضه الشهيرة التى كانت الأساس العلمى المتين الذى بنى عليه اثبات التطفل والتى أصبحت الميزان الحقيقى لاثبات العلاقة بين الميكروب المتطفل والكائن العائل سواء أكان حيوانا أم نباتا .

كانت معرفة طبيعة المرض الطفيلى فى النباتات أسبق

منها فى الحيوانات ، وقد كان الاستفحال حطر لفحة البطاطس فى أوروبا قرب نهاية النصف الأول من القرن التاسع عشر فضل كبير فى ذلك ، فصارت اللفحة حديث الزراع ، يتناقشون فيها نهارا وتؤرقهم ليلا . تناثرت الأفكار حول طبيعة المرض الجديد ، وكلما اشتد الوباء كلما حمى وطيس النقاش ، وأعلن عن جوائز لمن يعلل ويثبت ، وعن جوائز لمن يصل الى العلاج . بعض ذلك كان يدور على صفحات جريدة فنية انجليزية تسمى « أنباء الزراع » . ومن الأفكار التى احتدمت حولها المناقشة ما كتبه أحد المهتمين مرجعا اللفحة الى الكهرباء التى تنتج من احتكاك قاطرات السكة الحديدية ، تلك التقليعة الجديدة التى تتكرع أثناء سيرها دخانا والتى ترهب الماشية أثناء سيرها بسرعة جنونية ، تصل الى ٣٥ كيلومترا فى الساعة .

استمر التخبط فى الآراء حتى كان رفرند بيركلى **Reverend Berkeley** ، أحد الطلبة النابغين فكتب الى « أنباء الزراع » باعتقاده بأن لفحة البطاطس ترجع الى ميكروب فطرى شاهده بصفة دائمة مصاحبا للمرض .

وفى سنة ١٨٥٥ أثبت دى بارى **De Bary** العالم الألمانى طبيعة المرض فى اللفحة المتأخرة فى البطاطس ، فوضح أن المرض يرجع الى ميكروب فطرى أطلق عليه اسم « فيتوفثورا انفستانز » ، وبين كيفية حدوث العدوى بهذا الميكروب وكيفية اختراقه لأنسجة النبات .

مصادر القوة فى الميكروبات

القتال يحدث عادة بين كائنين متكافئين فى القوة . فليس من المعقول أن يقاتل قط أسداً أو يقاتل أرنب نمرا . حتى العكس لا يمكن تصوره أيضا ، انما التصور المعقول أن أسدا يفترس قطا أو أن نمرا يأكل ارنبا ، طبعا بدون مقاومة أو قتال . ولو أننا فى الغابة قد نرى قتالاً بين حيوانين غير متكافئين حجما وقد يتغلب أقلهما حجما على أضخمهما جسما كما فى تصورنا لقتال بين نمر وفيل . وهنا نجد أن الحيوان الصغير المقاتل يمتك من قوة العضلات أو من سعة الحيلة أو من كليهما ما يعوضه فى القتال عن قلة الحجم .

مهما كان الفرق الحجمى بين المقاتلين من سكان الغابة ، فانه ضئيل جدا بالنسبة للفرق الحجمى بين المقاتلين فى صراع الميكروبات والنباتات . فبعض الميكروبات قد يقل حجما عن ميكرون مكعب أى جزء من ترليون (*) من السنتيمتر المكعب ، فى حين أن النبات الحولى الصغير قد يصل فى الحجم الى ما يزيد عن مائة سنتيمتر مكعب أى

(*) الترليون يساوي مليون مليون اي ١٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠

ما يزيد عن حجم الميكروب بمائة تريليون مرة ، وليس الفرق بين الميكروب والنبات فرقا فى الحجم فقط ، بل نجد انهما متفاوتان تفاوتا كبيراً فى التشكيل العضوى لكل منهما . فأحدهما ، أى الميكروب يمثل البساطة فى ادنى مراتبها ، والثانى أى النبات الراقى يمثل الرقى النباتى فى أعلى صوره . ومع ذلك فكثيرا ما يتغلب الكائن الدقيق البسيط على الآخر الضخم الراقى . كيف يحدث ذلك ! لا بد وأن الكائن الدقيق المصارع يمتلك من مقومات القوة والجبروت ما يعوضه عن صغر الحجم وبساطة التكوين ، مما يمكنه من مصارعة منافسه رغم أن احدهما وزن الهواء ولا أقول وزن الذبابة والآخر قد يزيد على وزن الفيل .

ليس معنى هذا ان كل ميكروب مصارع . البعض فقط من الميكروبات هو الذى يمتلك من القدرات ما يمكنه من مهاجمة النبات . بعض الميكروبات يضيع فى خضم القتال ويكتب له الهزيمة ، البعض يتمكن من الثبات حتى النصر ويكتب له الغلبة ، هذا القليل من الميكروبات ذو القوة والجبروت لا بد وأن له من المميزات والقدرات ما لا يتوفر لغيره من الميكروبات . وسنتولى فى الصفحات القادمة بالشرح والتوضيح تلك القدرات مع التمثيل ببعض من تلك الميكروبات التى كانت لعوائلها عذابا ولزارعى عوائلها خرابا وعلى الانسانية حربا .

أولا : تكاثر الميكروبات

تحافظ الكائنات الحية على نوعها بأن تبعث الى الحياة أشباها لها تواصل الحياة لفترة ما ، ثم تعيد ما فعله آباؤها بأن تبعث الى الحياة غيرها قبل انتهاء حياتها وهكذا . قدرة الكائن الحى على بعث حياة جديدة تعرف بالتكاثر . وتختلف تلك القدرة من كائن الى آخر اختلافا كميا واختلافا نوعيا ، فمن الكائنات ما يقدر نسله بالآحاد ومنها ما يقدر بالمئات ومنها ما يقدر بالألوف ومنها ما يقدر بالملايين . وكلما زادت قدرة الكائن على التكاثر كلما زادت امكانياته على المنافسة فى مجال الحياة والبقاء . واذا قلت قدرة نوع من الكائنات الحية على بعث حياة جديدة فان ذلك نذير له بقرب زوال نوعه ، وبأنه فى مجال المنافسة مغلوب وفى زحمة الحياة مفقود ، اذ أن أعداده فى تناقص بينما أعداد غيره فى تزايد .

الميكروبات ضئيلة فى أجسامها ، سريعة فى تكاثرها ، غزيرة فى نسلها ، فهى تعتمد على الكثرة العددية لتعويض الضآلة الحجمية . قدراتها على التكاثر عظيمة ، وتزداد هذه القدرات كثيرا فى الميكروبات المصارعة الناجحة بدرجة تسهل لها مقاومة قسوة الطبيعة وشظف الحياة وتساعدها

على الثبات فى النضال وتمكنها فى النهاية من القضاء على النبات المهاجم .

الميكروب « اندوثيا بارازيتيكا » الذى سبق ذكره والذى دخل الى الولايات المتحدة الأمريكية مهاجرا من الشرق فى أوائل القرن الحالى ، ووجدفى غابات « أبو فروة » ذات القيمة التجارية العالية مرتعا خصبا وفريسة طيعة استمرأها حتى قضى عليها فى قليل من الزمن ، هذا الميكروب الخطير يمتلك قدرات تكاثرية وفيرة ومتنوعة ساعدت على سرعة انتشاره وشدة فتكه بالنباتات . يدخل هذا الميكروب الى قلف أشجار عوائله خلال الجروح التى كثيرا ما تحدث بالأشجار بفعل الطيور والحيوانات التى تستوطن تلك الغابات أمثال طير نقار الخشب **Woodpecker** وحيوان السنجاب .

ينمو الميكروب بعد دخوله بالقلف منتشرا بالأنسجة متلفا اياها ومفقدا لحيويتها ، وفى ظرف اسبوعين من هجومه يبدأ فى تكاثره فيكون اثمارات دقيقة تظهر كدمامل تحت القلف لا تلبث أن تفجر طريقها لسطح القلف ، كل اثماره من هذه عبارة عن جسم دورقى مجوف يتكون بداخله سيقان دقيقة يتكون على طرف كل منها جسم دقيق هو الجرثومة . تنضج الجراثيم وتسقط فى تجويف الدورق فتكون السيقان جراثيم جديدة تنضج وتسقط وهكذا حتى يمتلىء الدورق بالملايين من تلك الجراثيم التى تغمر فى طبقة

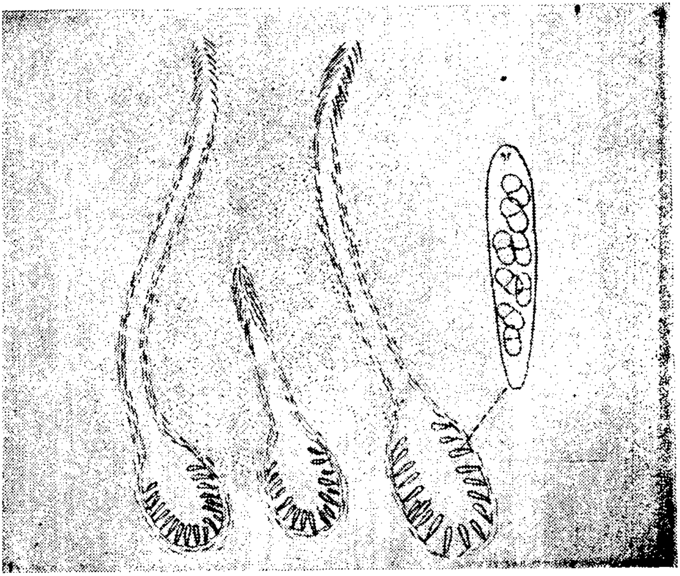
صمغية لزجة بقاع الدورق . تمتاز تلك الطبقات الصمغية بقدرتها على امتصاص الماء ، فاذا سقطت الأمطار انتفخت الطبقة الصمغية بسرعة نتيجة لامتصاصها الماء، فتبرز الطبقة الصمغية للخارج حاملة معها الجراثيم الخيطية الملتوية ذات اللون الأحمر والأصفر . قدر معدل الجراثيم التى تخرج من جسم ثمرى واحد بعدد يتراوح ما بين نصف بليون الى بليون (*) جرثومة . وليس من السهل حصر أعداد الجراثيم التى تتكون على نبات واحد مصاب وذلك لكثرتها المتناهية ، وخاصة اذا عرفنا أن السنتيمتر المربع الواحد من قلف مصاب يتكون عليه ما يزيد على ثمانية أجسام ثمرية تحتوى على ما يزيد عن أربعة بلايين من هذه الجراثيم . تلتصق هذه الجراثيم بسهولة بأجسام الحشرات والطيور وحيوان السنجاب ، التى من طبيعتها التنقل من نبات الى آخر ، ناقلة معها جراثيم الميكروب اللعين ، وموزعة اياه على النباتات العائلة فى المناطق التى تزورها ، وقد غسلت أقدام أحد طيور نقار الخشب الموجود فى غابات « أبو فروة » المصابة فوجد بها حوالى بليون جرثومة ، والى هذا الطير يعزى الانتشار السريع للمرض شمالا وجنوبا ، أثناء هجراته فى الربيع والخريف .

ولا يكتفى ميكروب « اندوثيا » بتكوينه لتلك الأعداد

(*) البليون يساوى الف مليون أى ١٫٠٠٠٫٠٠٠٫٠٠٠

الخيـــالية من الجراثيم اللزجة التى تلتصـــق بالطيور والحيوانات ، بل يكون أيضا أنواعا أخرى من الاثمارات بعد عدة أسابيع من تكوينه للأنواع السابقة . الاثمارات الثانية تحدث عقب عمليات تزواجية بين نموات ميكروبية ذكرية ونموات ميكروبية أنثوية ، وتتكون عميقا فى قلف النباتات أسفل الأجسام الثمرية الأولى أو محيطة بها . هذه الأجسام الثمرية التزواجية عبارة عن دوارق كروبة تفتح بعنق طويل يمتد حتى السطح الخارجى لقلف النباتات (شكل٣) . يتكون داخل كل جسم ثمرى مئات الألوف من أكياس اسطوانية تحتوى كل منها على ثمانى جراثيم . كل كيس اسطوانى تنضج جراثيمه ينفصل عن جدار الجسم الثمرى راحلا الى أعلى خلال العنق حتى يصل الى الفتحة العلوية فينفجر قاذفا بقوة جراثيمه الثمانية الى الهواء الخارجى ، فتصيب تلك القذائف الجرثومية مباشرة نباتات أخرى مجاورة ، أو تحملها الرياح الى مسافات بعيدة .

مما سبق يتضح خطورة ميكروب « اندوثيا » فهو يكون نوعين من الجراثيم أحدهما يسهل نقله بالحيوانات والطيور اذ أنه لزج يلتصـــق بأجســـام تلك الحيوانات والطيور ، والآخر جاف يقذف فى الهواء فيصيب نباتات اخرى او أجزاء أخرى من النباتات المتزاحمة فى الغابات أو تحمله الرياح مسافات بعيدة . كلا النوعين من الجراثيم يتكون بأعداد بالغة الكثرة ويمكنهما تحمل قسوة الطبيعة



(شكل ٣)

أجسام ثمرية تزاوجية للميكروب « اندوثيا بارازيتيكا »
والى اليمين كيس أسطوانى مكبر به ثمانى جراثيم .

بدون فقد كبير لحيويتهما وكلاهما له القدرة على اصابة نباتات جديدة واحداث المرض بها ، لهـذا لم يكن من اليسير ابادة الميكروب أو الحد من انتشاره بعد ظهوره على نباتات قليلة فى المبدأ .

ميكروب صدأ القمح الأسود يعتبر من الميكروبات الناجحة ، فقد استمر سنين طويلة ذا قوة وصولجان ، له أقيمت الأعياد والى آلهته تضرع الرومان . كان لهذا الميكروب فى بعض السنين غضـبات وفى البعض الآخر هدنات . ميكروب هذا الصدأ ويطلق عليه حديثا اسم « باكسينيا جرامينيس » يعيش على نباتين بالتبادل . النبات الأول شجيرى يعرف باسم « باربرى » يكثر فى البلاد الشمالية ويقضى عليه الميكروب الفترة الأولى من حياته حيث ينضج ويتزاوج ، ثم ينتقل الميكروب الى نبات القمح حيث يستكمل حياته . وفى بعض الحالات وجد أن هذا الميكروب يستطيع المعيشة باستمرار على نباتات القمح بدون اللجوء الى نبـاتات البـاربرى . الا أن غزواته للقمح فى هذه الحالة لا تكون بنفس قوة غزواته فى حالة استكمال دورة حياته على نبات الباربرى . ولامكانيات هذا الميكروب التكاثرية على نباتى الباربرى والقمح يرجع بعض الفضـل فى نجاح غزواته . فقد وجد أن شجيرة من نبات الباربرى طولها حوالى مترين اذا أصابها هذا الميكروب اصابة شديدة فانه يتكون عليها

فى وقت واحد حوالى سبعين بليونا من الجراثيم التى يمكنها أن تهاجم نباتات القمح . ويتكون على نفس نبات الباربرى عدة محاصيل من هذه الجراثيم . اذا هاجمت هذه الجراثيم نباتات قمح وتمكنت منها فان كل جرثومة تستطيع أن تنتج خلال أسبوع واحد جيلا من نوع آخر من الجراثيم يتراوح عدده ما بين خمسين ألفا وأربعمائة وخمسين ألفا من الجراثيم . أى أن مجموع الجراثيم الناتجة فى وقت واحد من نبات باربرى واحد مصاب بشدة اذا نجحت فى اصابة نباتات القمح فانه ينتج عنها على نباتات القمح عدد من الجراثيم يتراوح ما بين ثلاثة آلاف وخمسمائة ترليون (٣٥٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠) وواحد وثلاثين ألفا وخمسمائةترليون (٣١٥٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠ر٠٠٠)، فاذ تصورنا أن كلا من هذه الجراثيم له القدرة على احداث اصابة جديدة على نباتات القمح واعطاء أعداد كبيرة أخرى وهكذا عدة مرات خلال موسم نمو القمح ، نجد أن أعداد جراثيم الميكروب المهاجمة سوف تصل الى أعداد لا تحصى. والحقيقة أن نسبا قليلة من هذه الأعداد الخيالية هى التى تصل الى النباتات وتنجح فى الصراع معها ، ولكن الكثرة العددية التى تصل وتهاجم تتغلب فى النهاية على المقاومة النباتية . وقد وجد أنه يتكون على نباتات فدان قمح مصاب بشدة حوالى خمسين ألف بليون جرثومة قابلة لاحداث عدوى جديدة . وعند حصاد محصول قمح مصاب

بشدة بميكروب الصدأ الأسود تظهر فوق المزرعة سحب حمراء من جراثيم هذا الميكروب فيظهر الرجال ووجوههم مصبوغة بلون الجراثيم كما تتلون الآلات وسطح التربة بلون ترابى محمر نتيجة لتساقط الأعداد الخيالية من الجراثيم عليها ».

فى معظم أحوال الصراع التى تنتهى بهزيمة النباتات نجد أن الميكروب ينتج وحدات تكاثرية بأعداد بالغة الكثرة كما بينا فى ميكروبات « اندوثيا » و « باكسينيا » . وهناك أمثلة أخرى عديدة تدل على الكثرة العددية للأجزاء التكاثرية التى تنتجها الميكروبات ، ومن ذلك ميكروب البياض الزغبى فى البصل الذى يصيب الأجزاء الخضراوية لنبات البصل وينتج محصولا من الجراثيم يقدر بخمسة وعشرين الفا من الجراثيم فى كل سنتيمتر مربع من سطح النبات المصاب. والميكروب المسبب لجرب التفاح يكون أجساما ثمرية تزاوجية على أوراق وثمار النبات المصاب تشبه الى حد كبير تلك التى يكونها ميكروب « اندوثيا » مسبب لفحة « أبو فروة » ، تنطلق من تلك الأجسام الثمرية الموجودة فى مساحة سنتيمتر مربع واحد من الأجزاء النباتية المصابة حوالى سبعة آلاف وخمسمائة جرثومة كل ساعة . وقد قدر عدد الجراثيم التى تسقط من شجرة تفاح واحدة مصابة بالجرب بحوالى ثمانية بلايين جرثومة .

يصاب القمح فى بلادنا بعدد من الميكروبات أحدها

يسبب الحالة التى تعرف بالتفحم النتن نظرا للرائحة الكريهة التى تفوح من السنابل المصابة . سنابل القمح المصابة لاتكون حبوبا بل يوجد فى مواضع الحبوب مسحوق ناعم فحمى اللون هو عبارة عن جراثيم ذلك الميكروب . تلوث الجراثيم الحبوب السليمة أثناء الحصاد والدراس وتهاجم النباتات الصغيرة عند زراعتها فى الموسم التالى . هذا الميكروب ينتج جراثيمه بأعداد وفيرة ، وقد أحصى عدد الجراثيم التى تحتويها سنبلة واحدة مصابة فوجد أنه يتراوح ما بين مليونين الى اثنى عشر مليونا من الجراثيم، كما وجد أن خمسة بلايين من الجراثيم تنتج من زراعة فدان قمح مصاب بالتفحم النتن بنسبة ١٪ فقط .

يتضح مما سبق أن الكثرة العددية الناتجة عن الميكروبات ترجع الى عاملين ؛ أولا أن الميكروب الواحد ينتج عددا كبيرا من الوحدات التكاثرية القادرة على اعادة الهجوم ، وثانيا أن مدة الجيل الواحد فى الميكروبات قصيرة بالنسبة لمدة الجيل الواحد فى النباتات . فالجيل فى كثير من الميكروبات يتم فى أسبوع أو أقل بينما الجيل فى النباتات نادرا ما يقل عن بضعة أشهر .

فى كثير من أنواع الميكروبات البكتيرية ، كما فى الميكروب المسبب لتقرح الموالح ، ذلك الميكروب الخطير الذى كلف الولايات المتحدة الأمريكية ونيوزيلندة وجنوب أفريقيا وبعض الدول الأخرى التكاليف الباهظة للتخلص منه كلية

بعمليات الأبادة ، لا يعطى الميكروب الواحد عند تكاثره الا فردا واحدا جديدا ، فالميكروب نفسه ينقسم الى قسمين ، أى أن الميكروب يصبح ميكروبين . وهذا ليس كثيرا بالنسبة للامثلة السابقة . ولكن خطورة هذا الميكروب تقع فى قصر أجياله التى تؤدى الى ارتفاع العدد النهائى للميكروب الى أرقام خيالية تمثل الخطورة بأجلى معانيها . فالجيل فى معظم هذه الميكروبات البكتيرية يتم تحت الظروف الملائمة فى أقل من نصف ساعة . فلو هاجم ميكروب واحد نبات موالح ودخل خلال أحدى فتحاته التنفسية ، فلن يظهر أثر لهذا الميكروب الذى لا يزيد طوله عن ميكرونين وعرضه عن ثلاثة أرباع الميكرون . ولنترك للحساب يبين أهمية هذا الميكروب الفرد على نبات الموالح . فاذا فرضنا أن هذا الميكروب الوحيد بدأ هجومه فى الساعة الثامنة مساء ثم بدأ فى الانقسام مرة كل نصف ساعة فيصبح الميكروب ميكروبين فى الثامنة والنصف ثم أربعة فى التاسعة مساء ثم ثمانية فى التاسعة والنصف ثم ستة عشر فى العاشرة مساء ثم أربعة وستين فى الحادية عشرة مساء ثم مئتين وستة وخمسين عند منتصف الليل . ويستمر فى التزايد العددى على هذا المنوال حتى يزيد العدد على ستة عشر مليونا من الميكروبات فى الثامنة من صباح اليوم التالى أى بعد مرور اثنتى عشرة ساعة فقط ثم مئتين وثمانين

تريليونا (٢٨٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) فى الساعة الثامنة من مساء اليوم التالى أى بعد مرور أربع وعشرين ساعة فقط على دخول الميكروب الفرد فى داخل النبات . هذا الميكروب يوضح لنا مدى الخطورة التى تنتج عن هذا الميكروب اذا اكتملت له وسائل النجاح الأخرى التى ستشرح فيما بعد .

ثانيا : انتقال الميكروبات

هل يكفى أن تتكاثر الميكروبات بأعداد خيالية حتى تصبح ناجحة تخشى النباتات جانبها ؟ لا شك أن التكاثر الغزير له أهميته فى نجاح الميكروب ونضاله ، فكثرة العدد تعوض عن قلة الحجم ، والهجوم على النباتات بأعداد كبيرة غير الهجوم بأعداد محدودة ، والتكاثر السريع أثناء الهجوم يزيد من القوة المهاجمة وخاصة اذا اشترك النسل مع الآباء فى الهجوم على نفس النبات .

اذا تكاثر الميكروب بغزارة وأنتج نسلا لا يستطيع الانتقال الى أماكن جديدة من نفس النبات أو من نباتات أخرى يستطيع الميكروب مهاجمته ، وكان الميكروب فى نفس الوقت لا يستطيع اعادة الهجوم فى نفس مكان تكونه ، فمعنى ذلك أن النسل الغزير فقد أهميته فأصبح غير ذى قيمة فهو ثابت فى مكانه لا يتحرك ، عاجز عن الوصول الى موضع جديد من النباتات لهجومه وغزوه ، وغذاؤه بعيد المنال فهو هالك لا محالة . لهذا كان على النسل الميكروبى الناتج اما أن يعيد الهجوم مساعدا آباءه فى الصراع ضد النبات المهاجم ، أو أن ينتقل الى موضع آخر على نفس النبات مشتتا قوى النبات فى الدفاع ضد

الميكروب فى عدة جبهات ، أو أن ينتقل النسل الميكروبى الى نباتات جديدة تبدأ معها صراعا جديدا .

تتعدد وسائل انتقال الميكروبات من مكانها وانتشارها الى أماكن جديدة . القليل منها يمتاز بقدرته على الحركة الذاتية أثناء حياته أو فى فترة من حياته . هذا القليل يسبح فى السوائل وتساعده على ذلك فى كثير من الأحوال زوائد رفيعة تسمى « أهدابا » تساعد الميكروبات على الحركة كما تحدد اتجاهات السير فهى تؤدى عمل الزعانف فى الأسماك والمجاديف والدفة فى القوارب . من هذه الأنواع الميكروب البكتيرى المسبب لتقريح الموالح والذى يتحرك ذاتيا بهدب واحد طرفى وذلك فى وجود قطرات من الماء على سطح النبات ، فينتقل من أماكن تجمعه مسافات محدودة مهاجما مناطق أخرى سليمة ، كذلك فان ميكروب « فيتوفثورا انفستانز » الذى يهاجم البطاطس والطماطم مسببا اللفحة المتأخرة يكون فى الجو الرطب المائل للبرودة جراثيم متحركة لكل منها هدبان على أحد جوانبها تسبح بهما فى قطرات الماء . كما أن ميكروب « بلازموبارا » الذى يهاجم العنب مسببا البياض الزغبى يكون جراثيم متحركة تشبه جراثيم الميكروب السابق .

هذا ، وغالبية الميكروبات لا تمتلك تلك القدرات الذاتية على الحركة فليس لها أهداب ولا أقدام فهى كالكسيح تعتمد على من يحملها لينقلها . ووسائل نقل

الميكروبات تشبه وسائل النقل الحديثة فهى قد تكون جوية أو مائية أو برية .

١ - النقل الجوى :

الميكروبات قد سبقت الانسان بملايين السنين فى استخدامها لوسائل النقل الجوية فى تنقلاتها وقد كان الهواء وسيلة طيعة سهلة لنقل الميكروبات . فالهواء هو بساط الريح بالنسبة للميكروبات يحملها لمسافات قريبة أو بعيدة وبسرعات بسيطة أو سريعة . فالهواء بتياراته الصاعدة يحمل الميكروبات الى ارتفاعات عالية فى طبقات الجو . وقد وجدت جراثيم ميكروبات يمكنها اصابة نباتات نجيلية محدثة أصداء بها وذلك على ارتفاع أربعة آلاف متر فوق مزرعة حبوب مصابة بالصدأ . هذه الجراثيم التى حملتها التيارات الهوائية الصاعدة تنزل ثانية بفعل الجاذبية الأرضية ولكنها تحتاج لسقوطها لزمن يختلف طولا حسب الوزن النوعى لتلك الجراثيم وحسب الرطوبة الجوية . وقد وجد أن جراثيم معظم الميكروبات الموجودة فى طبقات الجو تسقط بمعدل يتراوح ما بين مترين الى خمسة وسبعين مترا فى الساعة الواحدة . وعلى هذا فجراثيم الميكروبات المختلفة الموجودة على ارتفاع أربعة آلاف متر تحتاج فى رحلة النزول لكى تصل ثانية الى النباتات المنزرعة بالأرض الى خمسين ساعة على الأقل

وقد تصل الى ألفين من الساعات . والميكروبات لا تسقط عادة فى أماكن ارتفاعها اذ أن تيارات الهواء تدفعها أثناء سقوطها الى أماكن أخرى تختلف بعدا واتجاها حسب ارتفاع الميكروب وسرعة الرياح واتجاهاتها ، فاذا احتاجت جراثيم ميكروبات كجراثيم ميكروب الصدأ الأسود فى القمح لسقوطها من مكان صعودها على ارتفاع أربعة آلاف متر حتى تصل الى سطح الأرض الى مائة وعشر من الساعات (تسقط بمعدل ٣٦ متر/ساعة) ، وصادف أثناء تلك الساعات هبوب رياح فى اتجاه معين بسرعة عشرين كيلومترا فى الساعة مثلا ، فان جراثيم تلك الميكروبات فى فترة نزولها تحمل بعيدا عن مكان صعودها ألفين ومئتين من الكيلومترات . من هذا يتضح لنا أن بساط الريح قد يحمل الميكروبات عبر القارات متخطيا الحواجز البرية والبحرية .

قد يتضح من الدراسة السابقة ان تلك الأبعاد فى النقل الهوائى ما هى الا أبعاد نظرية خيالية بعيدة عن التنفيذ الواقعى . صحيح أن هناك عوامل أخرى تتدخل فى حساب تلك الأبعاد فى الطبيعة ، فكما أن هناك تيارات تدفع الميكروبات الى أعلى فهناك عوامل تساعد الميكروبات على النزول السريع كسقوط الأمطار . كما أن هبوب الرياح يمنع السقوط المنتظم للميكروبات من أبعادها العليا الا اذا كانت الرياح أفقية تماما . لهذا أجريت اختبارات ودراسات

على الميكروب المسبب لصدأ القمح الأسود فى الولايات المتحدة الأمريكية لاثبات امكانية حدوث النقل الهوائى لمسافات بعيدة . ففى أواخر ابريل من سنة ١٩٢٣ وجد أن الميكروب « باكسينا جرامينس » المسبب لصدأ القمح الأسود قد تكاثر بحالة وبائية فى شمال المكسيك وجنوب ولاية تكساس ، ولم يكن المرض المتسبب عن هذا الميكروب قد ظهر بعد فى اية منطقة أخرى بالولايات الأمريكية . وفى اليوم الرابع من شهر مايو امكن جمع جراثيم هذا الميكروب فى شمال ولاية تكساس من ارتفاع حوالى خمسمائة متر وذلك بواسطة مصايد خاصة ملحقة بالطائرات . وفى اليوم العاشر من شهر مايو ظهرت آثار الاصابة بهذا الميكروب على نباتات القمح المنزرعة فى جنوب أوكلاهوما . انتشرت جراثيم الميكروب فى العشرين من شهر مايو وحملتها الرياح فوصلت ولايات كانساس وجنوب نبراسكا وجنوب الينوى فى اليوم الرابع من شهر يونية . ثم ظهرت العدوى بعد ذلك على نباتات القمح المنزرعة فى جنوب داكوتا وجنوب مينسوتا فى الثانى والعشرين من شهر يونية . واخيرا وصلت الجراثيم الى الحدود الكندية فى أول يولية . وبذلك تكون جراثيم هذا الميكروب قد استغلت بساط الريح وقامت بخمس جولات متتالية فى مدة تقرب من الشهرين ، قطعت خلالها ما يقرب من ثلاثة آلاف وخمسمائة كيلومتر ، مهاجمة خلالها نباتات

القمح فى الزراعات الممتدة شمال المكسيك جنوبا حتى الحدود الكندية شمالا .

هل يكفى أن تحمل الرياح الميكروبات وتوصلها الى النبات العائل حتى يبدأ الصراع بين الميكروبات والنبات ؟ لا ، بل من الضرورى أن يصل الميكروب وهو فى حالة حيوية جيدة تصلح لاحداث الهجوم . فالميكروبات تتعرض أثناء رحلة الهجرة هذه ، التى قد تطول زمنا وتبعد مكانا لظروف جوية قاسية من اشعاعات وأضواء وحرارة وجفاف قد تقضى على حيوية الكثير ، ولا يصمد لهذه المرحلة ، اذا طالت وبعدت ، الا القليل . لهذا كان العدد الضخم من الجراثيم التى تنتجها الميكروبات أهمية خاصة فى النقل الهوائى . بعد هذه الرحلة القاسية التى تهلك الكثير وتبقى القليل ، هل هناك ضمانات لأن تصل تلك القلة الباقية من الميكروبات وجراثيمها الى النباتات المناسبة لنضالها ومعيشتها ؟ لا ، بل ان الكثير من القليل الذى صمد للرحلة القاسية فعاد الى الأرض ثانية وما زال فيه من الحيوية ما يكفيه لمتابعة النضال والكفاح ، يضيع بسقوطه بعيدا عن النبات المناسب . فمن الميكروبات ما يسقط فى البحار ومنها ما ينتهى بها المطاف فى أرض جرداء خالية من النباتات ، والنادر من القليل هو الذى تنتهى رحلته على النبات الملائم للكفاح .

لم تقتصر الميكروبات على استغلال الرياح فحسب فى

انتقالها جويا من مكان الى آخر بعدت بينهما الشقة ، ولكنها تعلقت بالطيور واستغلت الحشرات المجنحة الطائرة فحملتها من مكان الى آخر أثناء تجوالها وترحالها . بعض هذه الطيور والحشرات تنتقل أثنـاء تغذيتها من مكان الى آخر في نفس المنطقة فتنتقل الميكروبات في نفس الوقت من نبات مصاب بالميكروب الى آخر سليم منه . وبعض هذه الطيور والحشرات تنتقل انتقلات موسمية مسافات طويلة ، مهاجرة من وسط غير ملائم الى آخر أكثر ملاءمة .

الطيور المهاجرة تقوم عادة برحلتين كل عام ، ففى نصف الكرة الشمالى تكون رحلة الخريف الى المشتى فى الجنوب حيث الدفء والغذاء ورحلة الربيع الى المصيف فى الشمال حيث الهدوء ولقاء الزواج بين الذكور والاناث . تستغل الميكروبات الطيور فى هجراتها أحسن استغلال ، فتتعلق بها فى أسفارها محمولة على أجسامها ، ومن أمثلة ذلك ميكروب « اندوثيا بارازيتيكا » الذى تعلق بطائر نقار الخشب فى رحلتى الشتاء والصيف بين غابات « أبو فروة » فى شرق الولايات المتحدة الأمريكية . ونقار الخشب لم يكن الطائر الوحيد الذى ساهم فى انتشار الميكروب وأدى الى مأساة « أبو فروة » الشهيرة ، فقد فحص احد الباحثين سنة ١٩١٤ ستة وثلاثين طيرا من أنواع مختلفة كانت تعيش فى غابات « أبو فروة » المصابة بالميكروب اللعين ، فوجد أن تسعة عشر طيرا منها كانت

محملة بجراثيم هذا الميكروب . وكانت اعداد الجراثيم الحيــة فى ثـلاثة منها كالآتى : ٧٥٧٠٧٤ ، ٦٢٤٣٤١ ، ٢٥٤٠١٩ . والطيور فى رحلاتها تقطع أبعادا شاسعة متخطية حواجز مائية واسعة وحواجز جبلية عالية قد تصل الى ما يزيد على ثلاثة آلاف من الكيلومترات كما فى طائر القطقاط الذهبى وبسرعة تتراوح فى معظم الأحوال ما بين خمسين الى مائة وخمسين كيلومترا فى الساعة الواحدة .

تمتاز الطيـور كثـيرا عن بسـاط الريح فى حملها للميكروبات ، ذلك أن كثيرا من الطيور يفضل الوقوف على نباتات دون نباتات . فهى تفضل النباتات التى توفر لها الغذاء المناسب أو التى تلائمها فى تكوين أعشاشها . تلتصق الميكروبات الموجودة على النبات بأجسام الطيور وتنتقل معها من نبات الى آخر أو تهاجر معها من منطقة الى أخرى . ثم تحط كثيرا من الطيور رحالها فى كثير من الأحوال على نباتات أخرى من نفس نوع النبات المنقول منه الميكروب أو أنواع أخرى قريبة منه . وعلى هذه النباتات قد تنتهى رحلة الميكروب . فأن هذه الطيور تنقل الميكروبات من الباب الى الباب بدون فقد كثير فى أعدادها كما فى حالة استخدامها لبساط الريح . ومن ميزات الطيور أيضا أنها لا ترتفع كثيرا فى طبقات الجو العليا فمعظمها لا يعلو عن ألف من الأمتار فوق سطح الأرض ،

بينما فى النقل الهوائى نجد أن الميكروبات قد تصل الى ارتفاع أربعة آلاف متر أو يزيد ، فتأثر الميكروبات بالعوامل الجوية فى طبقات الجو العليا يقل كثيرا فى حالة النقل بالطيور عن حالة النقل ببساط الريح . وأيضا فان التصاق الميكروبات بأجسام الطيور يحفظ تلك الميكروبات كثيرا من تأثير العوامل الجوية .

الحشرات أكثر التصاقا بالنباتات من الطيور . الكثير منها يختص بالمعيشة على نباتات معينة دون غيرها معظمها ينقل الميكروبات عرضا بالتصاقها بجسم الحشرة ، والبعض يتخصص فى عمليات نقل الميكروبات فتحملها فى أجزاء جسمها الداخلية حيث قد تتكاثر فتزداد بذلك عددا داخل جسم الكائن الحشرى .

معظم الحشرات مجنحة تستطيع الطيران ، والقليل منها فقد هذه القدرة . والحشرات المجنحة قد تقطع مسافات طويلة أثناء طيرانها ، فمنها ما يهاجر من مكان الى آخر بحثا عن الغذاء أو هروبا من تقلب الجو . ومن الحشرات المهاجرة حشرة نطاط أوراق البنجر التى تختص بنقل أحد الميكروبات الفيروسية التى تهاجم البنجر مسببة المرض المعروف بتجعد القمة . حشرة نطاط أوراق البنجر حشرة متوطنة تعيش فى منطقة على الحدود بين جنوب غرب ولاية تكساس والمكسيك حيث تتوالد على نباتات الخردل مهاجرة فى الربيع من كل عام الى الشرق

والشمال ناقلة الميكروب معها الى نباتات البنجر ، وقاطعة في ذلك مسافة تتراوح ما بين ٣٥٠ الى ٧٠٠ كيلومتر وناقلة معها الميكروب من مكان مبيته على نباتات الخردل الى نباتات البنجر المنزرعة . وهذه الحشرة قد تمكنت من الهجرة الطويلة بدون تغذية أثناء الرحلة ، وذلك بسبب ارتفاع نسبة ما تحتويه أجسامها من الدهون فهى تصل الى ٤٠ ٪ من وزن جسم الحشرة عند بداية الرحلة ، وتستهلك معظم تلك الدهون أثناء رحلة الهجرة فتنخفض حتى تصل الى ٧٪ فقط بعد قطعها لمسافة ٧٠٠ كيلومتر .

ومن الحشرات المهاجرة تلك الفراشات التى تظهر بصفة منتظمة فى جاوة لذلك يطلق عليها الأهالى اصطلاح الحجاج . وفى ديسمبر سنة ١٨٨٣ ظهر الحجاج بأعداد غفيرة لذلك اعتقد أهالى جاوة بأن تلك الفراشات ماهى الا أرواح آلاف السكان الذين ماتوا فى أغسطس من نفس العام عقب ثورة بركان كراكاتو Krakatan وذلك لأن كثيراً من أهالى جاوة يؤمنون بتناسخ الأرواح .

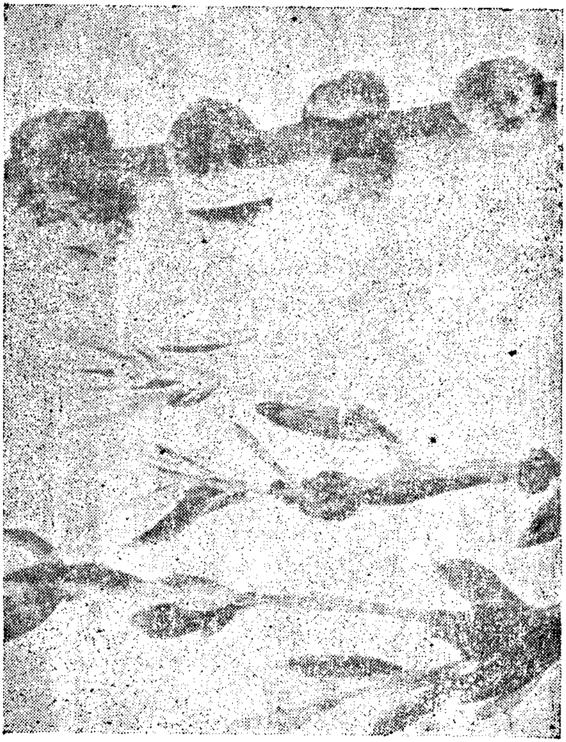
تختلف الحشرات التى تنقل الميكروبات بداخل أجسامها فى طريقتها لذلك . بعض الميكروبات يتحمل الجهاز الهضمى للحشرة وافرازاته الهضمية ، فتدخل للحشرة من الفم مع ما تتناوله الحشرة من غذاء نباتى . ثم تمر تلك الميكروبات مرورا عابرا بالجهاز الهضمى وتخرج ثانية مع البراز الى الخارج ، وقد يتلوث بيض الحشرة خارجيا بهذه

الميكروبات . ومن الأمثلة على ذلك الميكروب البكتيرى المسبب للفحة التفاح والكمثرى والذى ينقله أنواع مختلفة من الحشرات منها الذبابة المنزلية وذبابة ثمار الفاكهة المنتشرة فى مصر . كذلك فان الميكروب البكتيرى المسبب لحالةالعفن الطرى فى درنات البطاطس فيتلفها أثناء تخزينها أو أثناء تكوينها بالتربة اذا زاد ماء الرى واستمر لفترة طويلة ، ينتقل نقلا داخليا فى أجسام يرقات بعض أنواع من الذباب التى تعيش عادة فى التربة مثل يرقة ذبابة حبوب الذرة . تقطع اليرقات سطح الدرنة أثناء تغذيتها عليها فتلوثها بالميكروب البكتيرى فى نفس الوقت . تعيش الميكروبات المسببة للعفن الطرى فى القناة الهضمية ليرقات الذبابة وتنقل معها من مكان الى آخر . وتستمر الميكروبات بجسم الحشرة عندما تسكن اليرقة فى التربة (أى عندما تصبح فى طور العذراء) ، فيتكاثر الميكروب فى جسم العذراء ، وتستمر الميكروبات أيضا عند تحول العذراء الى ذبابة ذات أجنحة تنتقل من مكان الى آخر واضعة البيض وواضعة عليه البكتيريا . ويعتقد فى هذا المثال ان هناك علاقات طيبة بين الميكروب والحشرة ، اذ أن الميكروب يحلل أجزاء البطاطس النشوية فى الجهاز الهضمى للحشرة .

فى كثير من حالات النقل الحشرى نجد أنالحشرة تتغذى على نفس النبات المهاجم بالميكروب فيحدث القاء عنطريق

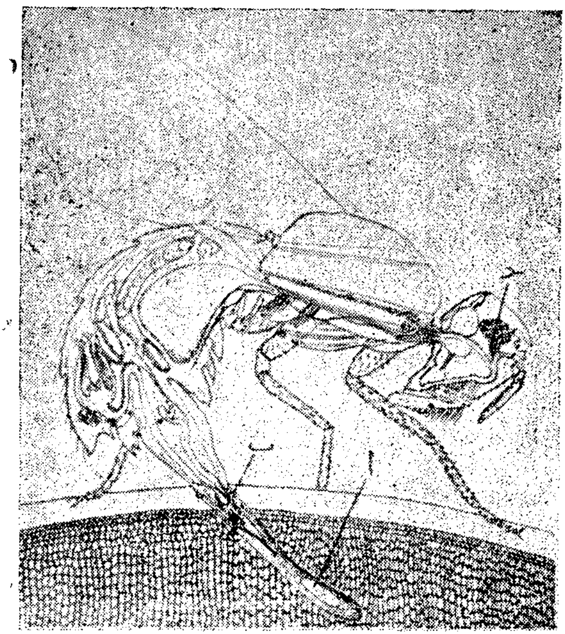
النبات المهاجم . فى حالات اخرى كما فى حالة الميكروب الفطرى الذى يهاجم بعض المحاصيل النجيلية مثل الشيلم والقمح والشعير مسببا مرض الأرجوت ، نجد أن الميكروب ينبه النبات لافراز نقط عسلية تحتوى على جراثيم الميكروب . هذه الافرازات العسلية تجذب أنواعا كثيرة من الحشرات لتتغذى عليها فيلتصق الميكروب أو جراثيمه بجسم الحشرة ، أو يدخل الميكروب وجراثيمه الى قناة الحشرة الهضمية مع الغذاء العسلى ، وفى معظم الأحوال تمر الجراثيم الميكروبية حية سليمة الى الخارج . اذا وصل الميكروب الى مياسم ازهار النباتات فانه يعيد الهجوم . لا يقتصر ضرر ميكروب الأرجوت على النبات المهاجم بل كثيرا ما يتعداه الى الحيوانات والانسان ، فالحبوب المصابة تحتوى على مادة ارجوستيرول Ergasteral ومواد أخرى قريبة تضر بالجهاز الدورى للحيوانات ، فالتغذية على حبوب مصابة تؤدى الى حدوث تسمم شديد كما تسبب حدوث حالات اجهاض للحوامل .

فى بعض حالات النقل الحشرى توجد علاقة وثيقة بين الميكروب والحشرة الناقلة . ففى الميكروب البكتيرى الذى يهاجم الزيتون محدثا تورمات على سيقانه تعرف بالعقد (شكل ٤) والذى تنقله ذبابة الزيتون المنتشرة فى بلاد حوض البحر الأبيض المتوسط ، نجد أن الحشرة قد خصصت أماكن خاصة بجسمها لسكن هذا الميكروب



(شكل ٤)
أفرع نبات زيتون هوجمت بيكروب العقد

وتكاثره ، وكلما زادت أعداد الميكروب عن سعة مسكنه ترك بعضه المسكن وخرج الى النبات ليواصل كفاحه . يدخل هذا الميكروب الى القناة الهضمية لجسم الحشرة أثناء تغذيتها على نبات مصاب . تمر بعض الميكروبات ثانية الى الخارج مع براز الحشرة ويستقر البعض فى جيوب خاصة ملحقة بالقناة الهضمية . أحدها يصب فى المرىء ، وباقى الجيوب وتعرف بجيوب المستقيم توجد عند تقابل نهاية القناة الهضمية بالمهبل حيث ينتهيا معا فى فتحة واحدة . أثناء مرور بيض الحشرة الى الخارج يضغط البيض على جيوب المستقيم فيخرج منها بعض الميكروبات التى تلوث البيض من الخارج . بعض هذه الميكروبات تمر بداخل البيضة خلال فتحة خاصة بها . يفقس البيض وتظهر اليرقات وهى محتوية على الميكروبات داخل جهازها الهضمى . يستمر الميكروب ويتكاثر أثناء طور اليرقة ، تسكن اليرقة متحولة الى عذراء وأثناء ذلك تقل أعداد الميكروب بها ولكن يبقى بعضها مختزنا فى انتفاخ قريب من مخ العذراء ، وأثناء ذلك تقل أعداد الميكروب . وأخيرا تتحول العذراء الى ذبابة مجنحة ، فتصبح الميكروبات المختزنة فى انتفاخ المخ مصدرا لتلوث باقى أجزاء الحشرة . وبذلك تنشأ الأجيال المتتالية وهى محتوية على الميكروب داخليا . عندما تبيض حشرة ذبابة الزيتون فانها تحدث فى النسيج النباتى للزيتون وخزا عميقا بواسطة



(شكل ٥)

حشرة ذبابة الزيتون أثناء وضعها البيض داخل أنسجة نبات الزيتون
(ا) بيض ، (ب) جيوب المستقيم ، (جـ) جيب المرىء .

آلة وضع البيض ثم تضع البيض فى نهاية الوخز (شكل٥) وبذلك يصل الميكروب مع البيض الى داخل النسيج النباتى محدثا الهجوم متعاونا فى ذلك مع يرقات الحشرة الناتجة عن البيض ، وفى هذا المجال وجد البعض ان هذه الميكروبات التى تسكن الحشرة وتعيش معها أطوارها المختلفة من لزوميات النمو والتطور السليم لحشرة ذبابة الزيتون فهناك منفعة متبادلة بين الحشرة والميكروب .

بعض الحشرات لا يمكنها احداث العدوى بالميكروبات بعد انتقالها من النباتات المصابة الى النباتات السليمة مباشرة ، بل لابد من مرور فترة على وجود الميكروب بجسم الحشرة حتى تصبح الحشرة قادرة على توصيل الميكروب للنبات واحداث العدوى به . هذه الفترة تعرف بفترة المكمون وهى تختلف طولا وقصرا حسب الميكروب والحشرة الناقلة . فى حالات الكمون ينتقل الميكروب نقلا داخليا وغالبا ما تكون معيشته وتكاثره فى دم الحشرة مثل أنواع كثيرة من حشرة المَن التى تمتص عصارة النبات ومنها مَن الخوخ الذى يتغذى على البطاطس وينقل الميكروب الفيروسى المسبب لمرض التفاف الأوراق . حشرة مَن الخوخ لا تصبح معدية الا بعد مرور أربع وعشرين ساعة على تغذيتها على نسيج نباتى يحتوى على الميكروب . تتغذى هذه الحشرة بواسطة خرطوم واخز دقيق مدبب تغرسه فى النسيج النباتى ، ثم تسحب العصير النباتى

خلال تجويف به . فاذا احتوى النسيج النباتى على الميكروب فان الحشرة تسحبه مع الغذاء حيث يمر الى القناة الهضمية ومنها ينفذ خلال جدرها الى دم الحشرة فيتكاثر فيه الى الدرجة التى تصبح معه الحشرة معدية ، عندها تنتقل بعض الميكروبات الى غدد الحشرة اللعابية . فاذا انتقلت الحشرة الى نبات آخر للتغذية عليه فانها تغرس خرطومها الواخز فى نسيج النبات وترسل بعض لعابها المحتوى على الميكروب الى النبات قبل البدء فى سحب الغذاء وبذلك يتم النقل الحشرى من نبات الى آخر .

فى حالات النقل الحشرى التى تتطلب فترة كمون نجد أن الحشرة تستمر ناقلة للفيرس لمدة طويلة من حياتها ، وعادة كلما طالت فترة الكمون كلما طالت فترة حملها للميكروب .

٢ ـ النقل المائى :

اما بالنسبة للنقل المائى ، فالمياه وسيلته فى ذلك ، تحمل الميكروبات وتجرى بها من منطقة الى أخرى ومن اقليم الى اقليم ، فنهر كالدانوب يجرى فى بلاد أوروبا من الغرب الى الشرق قاطعا مسافة ألف وسبعمائة وخمسين ميلا ، مارا خلالها بدول مختلفة منها النمسا والمجر ويوغوسلافيا ورومانيا ، بلاد ذات طبيعة متقاربة ، وظروفها الجوية

متشابهة الى حد كبير ، زراعاتها واحدة ، وأعداء نباتاتها الميكروبية واحدة . هنا يظهر وجه الخطر فى النقل النهرى اذ أن الميكروب اذا انتقل من بلد الى آخر وحافظ أثناء تلك الرحلة على حيويته فانه سيصادف نباتاته العائلة فى أماكن سريانه المختلفة . أما اذا سار النهر فى مناطق متباينة فى أجوائها مختلفة فى نباتاتها ، وذلك كما فى حالة نهر النيل الذى تجرى مياهه من الجنوب الى الشمال ، فهو ينتقل فى أجواء مختلفة ، تختلف فيها الزراعات ، كما تختلف فيها الميكروبات ، فالخوف من النقل محدود .

تمر الأنهار بأراض زراعية قد تغمرها ثم تتركها ، وقد تجرى مياهها خلال مسامها وخاصة أثناء الرى ثم تعود ثانية الى النهر عن طريق الرشح والمصارف محملة بميكروبات النباتات فتنقلها من أماكن تواجدها الى أماكن أخرى خالية منها ملوثة اياها ومهددة نباتاتها .

المياه قد تنقل الميكروبات مسافات محدودة من نبات الى آخر مجاور له ، أو من جزء من النبات الى جزء آخر ، كما فى مياه الأمطار التى تسقط على النباتات الملوثة حيث تحمل بالميكروبات ثم تتناثر قطرات المطر هنا وهناك ملوثة النباتات المجاورة وأجزاء النباتات التى تحتها . ويحدث هذا كثيرا مع الميكروب الفطرى «فيتوفثورا» الذى يصيب البطاطس والطماطم مسببا تلك اللفحة الخطيرة التى تهدد زراعاتنا الشتوية .

٣ ــ النقل البرى :

ليس هناك وسيلة من وسائل النقل ، لم تستخدمها الميكروبات المهاجمة للنباتات ، فكما استغلت الهواء والطيور والحشرات فى النقل الجوى ، واستغلت المياه فى النقل المائى ، فكذلك قد استغلت الحيوانات الأرضية المختلفة فكانت لها دوابا تركب ، تلتصق بأجسامها وتنتقل بانتقالها . بعض هذه الحيوانات يقوم بنقل الميكروبات من نبات الى آخر على سطح الأرض ، والبعض ينقلها فى باطن الأرض . فحيوان مثل الأرنب أو فأر الغيط يتنقل فى أنفاق يحفرها فى باطن الأرض ، حاملا على فرائه الميكروبات ناقلا اياها من جذور النباتات المصابة الى جذور النباتات السليمة .

الانسان ذاته ، أخطر الأحياء على النباتات ، فهو ينقل اليها الميكروبات الأعداء ، ينقلها عن غفلة منه ، وينقلها بارادته ، عقله الراجح مكنه من تقريب المسافات فأصبح البعيد قريبا ، ومكنه من تكييف الأجواء التى ينتقل فيها ، وتنتقل فيها معه الميكروبات فأصبح الفقد فى النقل بواسطته ضيئلا . والانسان يستخدم فى تنقلاته وسائل النقل المختلفة جوية ومائية وبرية ، والانسان سيكون الوسيلة السهلة لنقل الميكروبات عبر الفضاء اللانهائى

الخالى من الحياة الى الكواكب الجديدة التى قد توجد بها الحياة ، عندئذ سيكتب لأحياء تلك الكواكب الشقاء ، اذا هاجمتها وتمكنت منها ميكروبات الأرض .

وتتم معظم حالات نقل الانسان للميكروبات عن طريق نقله للنباتات أو أجزائهـا ، فالانسان ينقل النباتات فى هجراته وتجاراته من مكان الى آخر متخطيا بها الحواجز الطبيعيـة من جبال ومحيطات وصحارى . وان التاريخ ملىء بالمآسى الناتجـة عن نقل الانسـان لنباتات محملة بالميكروبات . ولنعد قليـلا لبعض الصفحات السابقة لنذكر ما فعل الانسان عندما أدخـل البطاطس الى العالم القديم ومعه الميكروب « فيتوفثورا انفستاتز » ، وما نتج عن ذلك من مجاعات وهجرات . ولنذكر قصة الميكروب « اندوثيا بارازيتـكا » ، الذى أدخله انسـان مع بعض الأجزاء النباتيـة ، من الشرق الى أمريكا ، فقضى على زراعات « أبو فروة » . ولنـذكر قصة زراعة العنب فى أوروبا مع ميكروب « بلازموبارا » مسبب البياض الزغبى وحشرة «فللوكسيرا» ، حيث أراد زراع العنب الفرنسيون أن يقاوموا حشرة الفللوكسيرا التى تهاجم جذور العنب ، فاستوردوا أصولا مقاومة لهذه الحشرة ليطعموا عليهـا نباتات العنب الفرنسى ، وبذلك أمكنهم مقاومة هذه الحشرة ولكن حظهم السيىء أبى الا أن تستبدل آفة بآفة ، فكانت الأصول المستوردة محملة بالآفات الجديدة ، وهى ميكروب

« بلازموبارا » . ولا ننسى ميكروب تقرح الموالح الذى دخل الى الولايات المتحدة الأمريكية سنة ١٩١١ محمولا على أجزاء نباتية مصابة نقلها الانسان من شرق آسيا . واكتشف المرض الجديد سنة ١٩١٣ ، وانتشر الميكروب سريعا داخل بعض الولايات الأمريكية ، ولم يكن من الممكن التخلص من هذا الميكروب اللعين الا بعمليات الابادة للمزارع المصابة . وقد تم التخلص من هذا الميكروب فى الولايات الأمريكية سنة ١٩٤٥ بعد ابادة ما يزيد على ثلاثة عشر مليونا من أشجار الموالح .

ثالثا : هجوم الميكروبات

يتكاثر الميكروب فيزدادعدد أفراده ، ثم يهاجرمن مكانه ليجد مكانا أفضل لنضاله ، مستغلا فى ذلكأنسب الوسائل لتنقلاته . هجرته قد تكون بسيطةسهلة يتحملها أفراده ، وقد تكون طويلة شاقة تفني الكثير ولا ينجو من قسوتها الا ما يتمتع منهم بمقومات خاصة ، البعض تنتهى هجرته بعيـــدا عن النبات العائل ، والبعض يستقر على العائل المناسب . قد تنتهى حيوية الميكروب قبل وصـــوله الى مقامه ، وقد يصل منهكا ضـــعيف الحيوية ، لا يستطيع للنبات هجوما ، ولا للغـــذاء حصولا ، فمآله للفناء . بعض تلك الميكروبات تنتهى من رحلتها فتصل الى نباتاتها وهى أشد ما تكون حيوية وقوة ، مثل هذه الميكروبات ، لاتهاجم عائلها مباشرة ، بل هجومها موقوت ، والتوقيت هنا من صـــنع الطبيعة ، يرتبط كثيرا بحـــالة النبات وحيويته ، وحرارة الجو ورطوبته وضوء النهار أو ظلام الليل . فاذا حل الوقت المناسب هجمت الميكروبات ودخلت فىمعركتها مع النبات .

ينبغى لنا أن نعلم الغرض الذى من أجله تهاجم الميكروبات النباتات ، هل هو مجرد المشاكسة وحب القتال ؟! وروح

الشر المتأصلة ؟! لا ، بل هى الحياة ، فكما يريد النبات أن يعيش ، فالميكروب يريد أيضا أن يعيش . ومعيشة كثير من الميكروبات تعتمد على نباتات بعينها لا تستطيع عنها بعدا ، ولا بدونها نموا ، ففيها مصدر الغذاء ، وبهـا سر الحياة . الغـذاء ضرورى لاستمرار حياة الميكروب ونموه وتكاثره ، والميكروب المهـاجم للنبات هو ميكروب طفيلى لا يجهد نفسـه فى صنع غذائه ، ولا يبحث عنه فى متخلفات الطبيعة ، بل هو يغتصبه من النبات اغتصابا ، أما النبات فيقاسى من ذلك ، فالميكروبات تسلبه مجهوده فى صـنع الغذاء ، وتفسد عليه طبيعته فى الحياة . والنبات لا يقف أمام ذلك الهجوم مستسلما بل يدافع ويقـاوم ، ولنا فى ذلك جولة عن امكانيات النبات فى القتال فى فصول تالية من هذا الكتاب .

يهاجم الميكروب النبات ليحصل منه على الغذاء ، والميكروبات تختلف فيما بينها فى نوع الغـذاء النباتى المناسب ، فالبعض يفضله من الجذور ، والبعض يرى السيقان والأوراق أفضل ، والبعض يجد متعة فى مهاجمة الأزهار والثمار . بعض الميكروبات لا تكلف نفسها مشقة التعمق فى أجزاء النبـات ، فقـد تجد فى خلايا النبات السطحية ما يكفيها من غذاء ، والبعض يتعمق فى أنسجة النبات ، وقد يصل الى الأوعية الغذائية حيث الغذاء وفير ومتجدد .

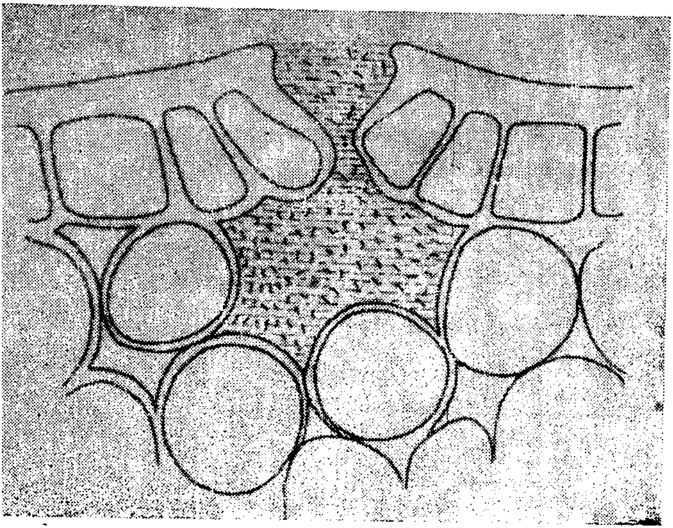
وللميكروبات وسائل مختلفة للدخول الى انسجة النبات ، فمنها ما يدخل من الأبواب ومنها ما يثقب الجدران . والجدران تتكوّن من صف متراص من الخلايا ، تشبه كثيرا قوالب الطوب المستعملة فى البناء ، وعليها من الخارج فى كثير من الأحوال طبقة شمعية ، أما الأبواب فهى فتحات فى جدران النبات بعضها يقفل ويفتح ، ويطلق عليه الثغور ، وبعضها دائم الانفتاح . الكثير من الميكروبات لا يستطيع لجدر النبات ثقبا ، فلا يدخل النبات الا من أبوابه ، والبعض لا يحب أن يسلك الطريق السليم فينقب فى جدران النبات محدثا ثقبا يمر من خلاله . والكثير يبحث عن جرح فى جدران النبات الخارجية فيدخل من خلاله .

دخول الميكروبات الى داخل الحيوان خلال فتحاته الطبيعية أقل خطورة من دخول الميكروبات الى داخل الحيوان خلال فتحاته ، اذ أن فتحات الحيوان كفتحة الفم وفتحتى الأنف فتحات واسعة تدخلها الميكروبات بسهولة مع الغذاء ومع الاستنشاق وزيادة على ذلك فهناك حركة سحب للداخل مع مرور الغذاء ، ومع هواء الشهيق . أما فى النبات ، فالتغذية تحدث بالامتصاص ، ويمر الغذاء فى صورة محلول خلال اغشية لا تسمح بمرور الميكروبات مرورا طبيعيا الا فى بعض أنواع الميكروبات الفيروسية ، أما التنفس فليس فيه شهيق أو زفير ، بل هو مجرد انتشارات غازات ، وتحدث عملية الانتشار عادة

فى فراغات هوائية ، توجد أسفل الفتحات التى تعرف بالثغور رغم كثرتهـــا ـ فهى توجد بمعـــدل ١٠ آلاف ثغر فى السنتيمتر المربع ـ الا أنها ضيقة ، وهى عادة بيضاوية ، طولها حوالى ١٠ ميكرون (١/١٠٠ مليمتر) ، وعرضها حوالى ٤ر. ميكرون (٤/١٠٠٠٠ مليمتر) ، وذلك عند أقصى انفتاح لها . لهذا فالقليل من الميكروبات هو الذى يستطيع المرور خلال فتحات الثغور نظرا لأن كثيرا من الميكروبات يزيد فى قطره عن فتحات الثغور .

معظم الميكروبات البكتيرية يمكنها الدخول خلال فتحات الثغور ، فالميكروب البكتيرى المسبب لتقرح الموالح اذا وجد على قطرة ماء ملامسة لثغر بورقة نبات موالح قابل للاصابة ، فانه يسبح ويتكاثر فى نقطة الماء التى قد تنزلق خلال فتحة الثغر عند انفتاحها فتصل الى الغرفة الهوائية التى أسفلها ، وهناك يستمر الميكروب فى تكاثره فيزداد عدده كثيرا بسرعة فائقة ، ثم تهاجم أفراده خلايا النباتات (شكل ٦) .

كثير من الميكروبات قطرها أكبر من فتحات الثغور ، ومع ذلك تمر خلالها ، وفى هذه الأحوال ، نجد أن الميكروب ينجذب ناحية الثغر بفعل كيماوى ، ثم يستدق فى القطر فى جزئه المار خلال الثغر ، وبعد ذلك يعود الى قطره الأصلى ، ومن الأمثلة على ذلك الميكروب المسبب لصدا

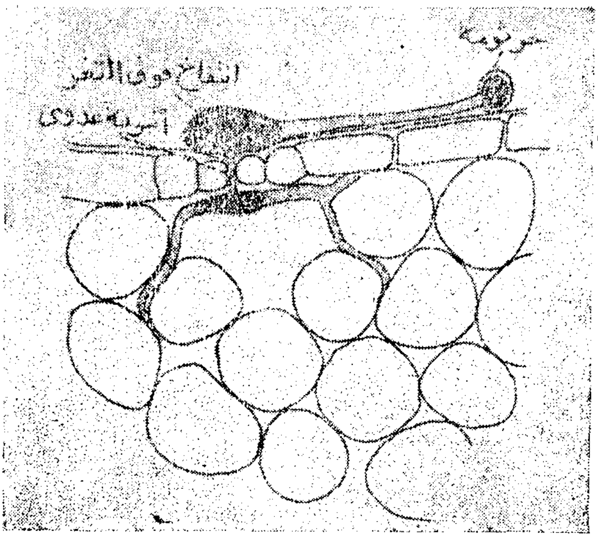


(شكل ٦)

دخول الميكروب المسبب لتقرح الموالح الى غرفة ثغر نبات موالح

القمح الأسود ، فاذا سقطت جراثيم هذا الميكروب على ساق نبات القمح فانها تنبت بتكوينها أنبوبة طويلة تتجه نحو ثغر فاذا وصلته انتفخت فوقه لتثبت نفسها تماما فوق فتحة الثغر ، ثم يخرج من الانتفاخ أنبوبة دقيقة تتجه للداخل ثم تنتفخ ثانية ، وتخرج من الانتفاخ الداخلى نموات أنبوبية تنمو بين الخلايا (شكل ٧) . ويحدث دخول أنبوبة عدوى هذا الميكروب الى الأنسجة الداخلة خلال الثغور نتيجة لجذب مائى موجب ، فالرطوبة الداخلية هى العامل الذى يجذب أنبوبة العدوى الى داخل الثغر . أيضا ، فان هذه الأنبوبة تمتاز بخاصية الهروب عن السطح الصلب ، وهذه الخاصية تعرف بالانتحاء السلبى لسطح صلب ، وهذا يتسبب أيضا فى دخول أنبوبة العدوى ولو كانت الرطوبة الجوية مرتفعة .

أما ميكروب « فيتوفثورا انفستانز » العدو الأول للبطاطس والمسبب لمرض اللفحة ، اذا سقطت جراثيم على أوراق نبات بطاطس . وكان الجو مائلا للبرودة مشبعا بالرطوبة ، وهى أفضل الأوقات لبدء هجوم هذا الميكروب، فان الجرثومة الواحدة ، تتجزأ وتخرج من فتحة فى جدارها جراثيم أخرى أصغر حجما وذات أهداب تعوم بها ، فيخرج من كل جرثومة أصلية عدد يتراوح ما بين خمس الى خمس وثلاثين جرثومة هدبية تسبح الجراثيم الهدبية فى قطرات الماء ، ثم تفقد أهدابها ، ويخرج من كل منها أنبوبة

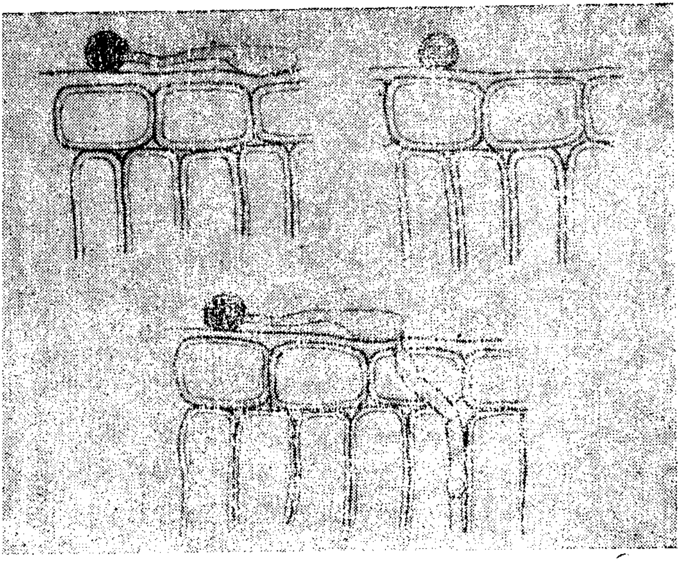


(شكل ٧)

انبات جرثومة ميكروب صدأ القمح على سطح
نبات قمح ودخولها من فتحة الثغر .

طويلة اذا صادفت ثغرا قريبا ، نمت خلاله الى الداخل ، واذا لم تصادف ثغرا فانها تثقب خلال جدر الخلايا الخارجية، ثم تنمو خلال الأنسجة الداخلية مارة بين خلاياها ومرسلة أجزاء دقيقة منها داخل الخلايا ، تسطو بها على الغذاء النباتى .

الميكروبات التى تنقب خلال جدران النبات لا بد وأن لها من الامكانيات ، ما يمكنها من ذلك ، خاصة وأن جدران النبات الخارجية أشد سمكا وأكثر متانة من جدران الخلايا الداخلية ، كما أن جدران الخلايا الخارجية كثيرا ما تكون مغطاة بطبقة شمعية سميكة . وتحتاج عملية نقب الجدار الشمعى الى جهد ميكانيكى . وللقيام بهذا الجهد الميكانيكى فان على الميكروب أن يثبت نفسه بقوة شديدة على سطح النبات ، ويتم ذلك فى كثير من الأحوال بانتفاخ يكونه الميكروب أثناء نموه ، يطلق عليه عضو التصاق (شكل ٨) ، يقوم بعملية التثبيت . وقد قدرت قوة الالتصاق هذه بسبعة ضغوط جوية فى بعض الحالات . بعد أن يثبت الميكروب أقدامه بهذه القوة ، يمكنه أن يرسل أنبوبة دقيقة تثقب خلال هذا الغلاف الشمعى حتى تصل الى الجدار الخلوى الخارجى ، الذى يمكن لكثير من الميكروبات النفاذ خلاله بعد اذابة أجزاء منه بتحليلها بواسطة افرازات انزيمية ، ثم يمر هذا الميكروب خلال هذه الأجزاء المتحللة الى الداخل . ويحدث الثقب والدخول استجابة لجذب



(شكل ٨)

خطوات انبـــات جرثومة ميكروبية وتكوينها
لعضو التصـــاق واختراقها لخلايا النبات .

كيماوى بتأثير بعض المكونات النباتية الموجودة فى النسيج النباتى . وهذا ما يحدث مع ميكروب التبقع البنى فى الفول الذى يقاسى منه الزراع فى شمال الدلتا ، حيث يهاجم النباتات محولا اياها الى مجرد عيدان بنية داكنة خالية من الأوراق ، أو بها بقايا أوراق تظهر وكأنها محترقة. هــذا الميكروب يدخل خلال جدر الأوراق والســيقان أو الثمار ، وينمو سريعا فى الداخل مفرزا افرازات قاتلة تسبقه فى التوغل مدمرة الحياة ، وناشرة الموت فى الأنسجة الأمامية ، ثم يمر الميكروب فى أرض لا حياة فيها ، الهلاك قد سبق الى العدو والمقاومة قد أصبحت منعدمة .

قد تسلك بعض الميكروبات بدء هجومها مسالك خاصة تميزها عن غيرها . فمن ذلك الميكروب المسبب لمرض التفحم السائب فى القمح ، هذا الميكروب يسلك عند دخوله للنبات مسلك حبة اللقاح ، فاذا سقطت جرثومة هذا الميكروب على ميسم زهرة قمح ، أى فى الموضع الذى تسقط عليه حبة اللقاح لتلقيح الزهرة ، فان الجرثومة تنبت كما تنبت حبة اللقاح فترسل أنبوبة رفيعة طويلة تنمو خلال الميسم حتى تصل الى مبيض الزهرة ، حيث تستقر . تنضج الحبة وبداخلها الميكروب ساكنا لم يؤثر اى تأثير ضــار على تكوين الحبة ، ضرر هذا الميكروب لا يظهر الا فى الموسم التالى . فاذا زرعت حبة القمح التى تحتوى على ميكروب هذا المرض كامنا فيها ، فان الميكروب

ينشط مع نشاط جنين الحبة ونمو النبات الجديد ، وينمو الميكروب غير ملحوظ وملازما للقمة النامية ، حتى اذا تكونت السنبلة ، ازداد نشاط الميكروب وتكاثر مهلكا الأزهار ، ومحولا السنبلة الى كتلة هبابية مليئة بالآلاف من جراثيم الفطر السوداء .

الكثير من الميكروبات لا يستطيع المرور خلال الفتحات الطبيعية ، كما لا يمكنه ثقب جدر النباتات الخارجية ، لذلك فهى تبحث عن جرح تمر من خلاله . والجروح فى النباتات كثيرة الحدوث ، ولو أنها كثيرا ما تكون دقيقة غير ملحوظة ، فهى تنتج عن العوامل الجوية القاسية كالرياح والصقيع ، وتساقط الجليد وضوء وحرارة الشمس ، كما تنتج عن التقلبات الجوية من برودة وحرارة ، أو رطوبة ، وجفاف ، كما تحدث الجروح فى الجذور بفعل احتكاكها بحبيبات التربة أثناء نموها . كما يحدث التجريح لكثير من النباتات بفعل الحشرات والطيور ومختلف الحيوانات . والجروح التى تحدثها الحشرات فى الأنسجة النباتية كثيرة ومتنوعة وتختلف حسب طبيعة الحشرة . فالحشرات التى تتغذى على النباتات بعضها ذات فم قارض تمزق به الأنسجة النباتية ، والبعض ذات فم ثاقب ماص تحدث به جروحا وخزية عميقة بالأنسجة النباتية . وبعض الحشرات تحدث الجروح بآلة وضع البيض عندما تضع بيضها داخل الأنسجة النباتية (شكل ٥) . وبعض الحشرات تعيش

وتتحرك داخل أنفاق تحدثها فى أنسجة النبات . كما تحدث جروح فى جذور النباتات بفعل أنواع من الديدان الاسطوانية تعرف بالديدان الثعبانية ، وجروح الديدان الثعبانية قد تتعمق داخل الأنسجة النباتية مهيئة موضعا سهلا لغزو كثير من الميكروبات التى تهاجم جذور النباتات .

ولا نغفل العامل الآدمى فى احداث الجروح بالنباتات ، وهو يحدثها عفوا وعمدا أثناء العمليات الزراعية المختلفة ، فهو يحدث جروحا بالنباتات أثناء شتلها وتقليمها وجمع محصولهـــا . ومن الميكروبات الجرحية الهـامة الميكروب البكتيرى المسبب للتـدرن التاجى فى الأشجار ، هــذا الميكروب يهـاجم كثيرا من النباتات قرب سـطح الأرض فيدخل من الجروح وينمو وينقسم ويفرز افرازات خاصة تهيج أنسجة النبات فتنمو الأنسجة قرب المنطقة المصابة نموا شديدا محدثة أوراما كبيرة قد تصل الى حجم البطيخة ومن الميكروبات الجرحية أيضا « اندوثيا » مسبب مأساة « أبو فروة » . فهو يدخل الى النباتات خلال الجروح التى تحـــدث بفعل الطيور والحيوانات التى تعيش على تلك الأشجار .

قد يحدث الدخول خلال جروح تحدثها الحشرة الناقلة ، فيحدث الجروح ويتلوث بالميكروب فى نفس الوقت ، وذلك كما سبق بيانه فى مرض عقدة نبات الزيتون ، اذ أن ذبابة

الزيتون التى يحتوى جهـــازها الهضمى على الميــكروب البكتيرى ، تثقب انسجة النبات بواسطة آلة وضع البيض الواخزة ثم تضـع فى نهاية الوخز البيض الذى يلوث خارجيا قبل نزوله بواســطة ميكروب المرض . وكذلك فى حالة الميكروب الفيروسى المسبب لمرض التفاف أوراق البطاطس اذ تضعه حشرة المَن الناقلة داخــل جرح وخزى عميق تحدثه الحشرة بواسطة خرطوم فمها الواخز المدبب .

تختلف الميكروبات فى أعــدادها التى يمكنهــا أن تبــدأ هجوما ناجحا . ففى بعض الحالات قد يكفى ميكروب واحد لاحداث العدوى وظهور المرض على النبات وذلك كمــا فى الميكروبات المسببة لأمراض البياض الدقيقى ولكن فى حالات أخرى كثيرة نجد أن الوفرة العددية للميكروبات المهاجمة واجبة للنجاح واظهار المرض على النباتات وانه كلما زادت الأعــداد المهاجمة كلما زادت شدة الهجوم ووضحت الأعراض المرضية .

رابعا : معيشة الميكروب مع النبات

سبق أن أوضحنا القدرات الكبيرة للميكروبات فى التكاثر وانتاج نسل وفير يمكنها من مواصلة الهجوم وتعميق أثره ، وفى استغلال وسائل نقل مختلفة تمكنها من الانتقال من نبات الى آخر أو من جزء من نبات الى جزء آخر ، هروبا من التزاحم الميكروبى فى المكان الأول ، مهاجرة الى مكان ثان حيث المجالات الجديدة للنضال والغذاء والمعيشة أوفر . كما بينا قدرات الميكروبات الميكانيكية والكيماوية التى تمكنها من الهجوم على النبات المهاجر اليه واختراق خطوطه الأمامية مستخدمة قواها الميكانيكية فى ثقب جدران النباتات ، أو مستغلة فتحات النبات الطبيعية أو جروحه التى تنتج عن التقلبات الجوية ، أو التى تحدث بفعل الحيوانات المختلفة . هل ينجح الميكروب بعد ذلك فى استغلال النبات أقصى استغلال ؟ هل ينجح فى المعيشة على النبات العائل والحصول على الغذاء ؟ هل ينجح فى تكملة دورة الحياة وانتاج أجيال أخرى تواصل الكفاح ؟ نجاح الميكروب فى علاقته مع النبات المهاجم يتوقف على مدى قدرته على الاستفادة من النبات . فلا يكفى أن يخترق الميكروب الحواجز الخارجية ويصل الى داخل الأنسجة

النباتية حتى يكون قد كتب له النجاح فى النضال ، فمثلا الميكروب « باكسينيا » المسبب لصدأ القمح الأسود يمكنه أن يدخل الى نباتات القمح خلال الثغور بواسطة خواص الجذب المائى الموجب والانتحاء السالبى للسطوح الصلبة كما بينا سابقا . ولكن الميكروب لا ينجح ويواصل هجومه فى كل الأحوال ، فقد ينجح مع بعض الأصناف ، ويفشل ويثبت فى مكانه مع البعض الآخر .

تختلف الميكروبات فى طرق معيشتها مع النباتات ، فبعضها يقضى على النبات سريعا قبل استغلاله استغلالا كاملا ، مثل هذه الميكروبات لا تعتبر من الميكروبات الناجحة فى النضال ، وبعضها يهاجم النبات هجوما هينا فلا يقضى عليه ، بل يتركه حيا أطول مدة ممكنة يستغله أثناءها أقصى استغلال ، ويتمكن بذلك من اتمام حياته ، وانتاج جيل أو عدة أجيال من نسله .

والميكروبات فى معيشتها مع النبات أنواع ؛ فالميكروب الواحد قد يختلف فى طرق معيشته مع النباتات المختلفة .

بعض الميكروبات لا يمكنه أن ينمو ويثمر الا اذا كان فى نضال مع عائله النباتى ، فاذا مات عائله أو بعد عنه ، فقد نشاطه حتى ينتقل الى نبات آخر ، فهو يعتمد على عائله النباتى اعتمادا كليا . مثل هذه الميكروبات ، تختص عادة فى هجومها على نوع نباتى معين ، أو على مجموعة من

الأنواع النباتية المتقاربة ، وتعرف مثل هـذه الميكروبات بالطفيليات المتوازنة لأنها لا تنجح فى تطفلها الا اذا عاشت فى حالة توازن بينها وبين النبات المهـاجم . وعادة لا تضر مثل هذه الميكروبات الأنسجة النباتية نتيجة لفعل كيماوى ، بل يحدث الضرر منها نتيجة لما تسلبه من النبات من ماء وغذاء . هذه الميكروبات قدراتها الميكانيكية عالية وقدراتها الكيماوية ضعيفة ، تدخل النبات من الأبواب ، أو تنقب فى الجدران ، ونادرا ما تستغل الجروح ، وتنمو بعد ذلك بين الخلايا وتحصل على غـذائها من داخل الخلايا بأن ترسل نموات دقيقة تثقب جدر الخلايا ، وتنتفخ فى داخلها مكونة الممصات التى تمتص بها غـذاء النبات . وكثيرا ما تصل الممصات الى نواة الخلايا فتلامسها وهناك تكون أقرب ما يمكن للمناطق الغنية بالغذاء .

الميكروبات المتوازنة ، اذا قست على النبات فى هجومها فانها تقضى عليه سريعا ، وهذا يتسبب فى انعدام نشاط تلك الميكروبات ، وشل حركة تقدمها ؛ ولا ينقذ الميكروبات من ذلك الا أن تنتقل الى عائل جديد يعيد اليها نشاطهـا وحيويتها . لهذا فان من المميزات الواجب توافرها لنجاح هـذا النوع من الميكروبات ، أن لاتكون سببا فى الموت السريع للنبات المهـاجم . وقـد يؤدى نشاط الميكروب فى أنسجـة النبات الى موت تلك الأنسجة والأنسجـة المحيطة ، وذلك كما يشاهـد عند ما يهـاجم الميكروب

الفطرى « باكسينيا » المسبب للصدأ الأسود ، نباتات قمح من أنواع حساسة لوجوده ، فان أنسجة النبات المحيطة بمنطقة الاصابة تموت ، وبذلك يحاصر الميكروب فى مكانه اذ أنه لن يستطيع مهاجمة أنسجة ميتة او حتى المرور خلالها . فى مثل تلك الحالات يعتبر الميكروب فاشلا فى هجومه على نبات القمح . أما فى حالة نجاح ميكروب « باكسينيا » ، فانه ينتج عن الهجوم حالة من التوازن بين النشاط الميكروبى والنشاط النباتى ، فنجد أن الميكروب ينمو بين خلايا النبات المهاجم ، غير مفرز لافرازات قاتلة ، بل على العكس من ذلك ، نجد أن نسبة الأزوت العضوى ازدادت فى خلايا النباتات المهاجمة والخلايا المحيطة بتلك المنطقة بمعنى أن حيوية أنسجة النبات فى تلك المناطق قد تحسنت ، ويلاحظ ذلك فى ازدياد اخضرار لونها مما يشجع الميكروب على تكوين أجيال أخرى من جراثيمه المعدية .

والبعض الآخر من الميكروبات يحيا حياتين ، حياة حرب مع النبات المهاجم وحياة سلام يعيشها بعيدا عن النباتات الحية ، يتغذى أثناءها من مواد عضوية متحللة قد يجدها فى النبات العائل بعد موته أو فى كائنات أخرى متحللة . فميكروبات هذا النوع لاتختص عادة بنبات معين ، بل هى تصيب أنواعا مختلفة من النباتات ، مثل هذه الميكروبات فى حياتها مع النباتات تفرز مواد سامة

تقتل الخلايا النباتية ، أو تفرز أنزيمات تتقدمها فى الأنسجة ، فتضعف من حيويتها ، وقد تحللها ، لهذا يطلق البعض على مثل هذه الميكروبات الطفيليات المخربة نظرا لأنها لا تفسد بمقدار ما تحتاج اليه ، بل تخريبها عام . بعض الطفيليات المخربة يعيش أكثر وقته مع النبات فى حالة نشاط ، أما حياة السلام عندها فهى خاملة قليلة النشاط . والبعض تكون مدة حربه محدودة ضعيفة وغالبا ماتكون انتهازا لظروف أساءت بالنبات ، كأن يهاجم الميكروب النبات فى اثر هجوم سابق بميكروب آخر ، أو فى حالة ضعفه ، أما حياة سلامة فهى طويلة ونشطية .

الطفيليات المخربة المحاربة تقرب فى صفاتها من الطفيليات المتوازنة فعوائلها محدودة ومنها ميكروب « اندوثيا پارازيتيكا » الذى يهاجم نباتات « أبو فروة » هجوما قويا جبارا سريعا خاطفا ، فيقضى على النباتات قضاء سريعا . وجود هذا الطفيل وتكاثره السريع بأنسجة النبات يدفع العائل للقيام بافرازات دفاعية ، تلك الافرازات تسبب هلاك العائل نفسه ، اذ تنبه افرازاته لتكوين سدود فى قنوات النبات الغذائية ؛ وذلك بتكوينه لخلايا بالونية عديدة داخل القنوات الغذائية الناقلة للماء والغذاء من الأرض ، وبذلك ينقطع وصول الماء والغذاء الى أجزاء النبات العليا ، فيؤدى ذلك الى الموت السريع للنباتات قبل تمام تطفل الميكروب عليها . هذا الميكروب رغم كل مظاهر قوته وجبروته

لا يمكن اعتباره ميكروبا ناجحا فى صراعه ؛ فقد أدى نشاطه الى القضاء على ملايين الأشجار التى كانت مزروعة فى أمريكا . ميكروب «أندوثيا» كان الميكروب القوى المسيطر الذى قضى قضاء مبرما على فريسته ، قاتلها حتى أفناها ثم بقى بعد ذلك ذليلا ، لايجد نباتا يهاجمه ، ولا ملجأ يلجأ اليه ، ولا مصدرا جيدا لغذاء يعيش عليه ، فالقضاء على خصمه كان سبب انكماشه . لهذا لم نسمع فى التاريخ عن جولة تالية لهذا الميكروب اللعين بعد جولته الشهيرة الأولى بالولايات المتحـدة الأمريكية فى عهده الذهبى فى أوائل القرن الحالى ، التى قضى فيها على خصمه فقضى على نفسه فى تلك البلاد ، والآن وهو فى سنينه العجاف نذكر أيامه الذهبية التى أنهاها سريعا نتيجة لشراهته وقصر نظره .

الطفيليات المخربة الانتهازية لا تميل لمهاجمة النبات بل تفضل الحصول على الغذاء السهل اليسير من مواد عضوية متحللة ، قدراتها على النضال محدودة وضعيفة ، انتهازية فى هجومها على النبات تبعد عنه فى قوته وتهاجمه فى ضعفه ، فهى تهاجم النبات الضعيف ، والضعف فى النباتات قد ينتج عن نموه تحت ظروف بيئية غير ملائمة ؛ كنموه فى تربة مالحة أو سـيئة الصرف ، أو نموه تحت ظروف سـيئة التغـذية ، أو أن يكون النبـات فى أول عمره ولم يستكمل تكوين أنسجته الدفاعيـة الواقية ،

أو فى أواخر ايامه بعد أن يكون قد استهلك شبابه فى تكوين ثماره وبذوره . وكثيرا ما يكون هجوم الطفيليات المخربة الانتهازية اثر هجوم سابق بطفيـــل متوازن أو بطفيل مخرب محارب استنفد قوة النبات فأصبح ضعيفا لا يقوى على الدفاع ، فجاء هذا الميكروب الانتهازى ليكنس أرض المعركة السابقة وليأكل فتات ما ترك المحارب القوى الأول .

مهما كان من أمر النبات المهاجم ومن سبب ضعفه ، فان الميكروبات المخربة الانتهازية ذات قوى ميكانيكية ضعيفة أو قوى كيماوية كبيرة ، فهى لا تستطيع الدخول خلال الأبواب ولا تستطيع نقب الجدران ، بل تدخل خلال الجروح وأحيانا خلال اصابات مرضية سابقة . هذه الميكروبات تفرز افرازات كيماوية غزيرة قد تتكون من مواد سامة للنبات ، وقد تتكون من أنزيمات محللة له . تنتشر المواد السامة أو الانزيمات المحللة فى الأنسجة النباتية سابقة نمو الميكروب مميتة لأنسجة النبات ، ومحللة بعض مكوناته ، وبذلك يتقـدم الميكروب فى أرض خالية من الحياة ، المواد الغذائية بها متحللة جاهزة للامتصاص ، فيزحف الميكروب بلا مقـاومة بعـد أن سبقته غاراته السامة المدمرة .

فى بعض الحالات التى لايسهل على الميكروب فيها اختراق الجدران نظرا لضعف قواه الميكانيكية ، فانه لكى يواصل

الهجوم من خلية الى أخرى فانه يتجمع ويتكتل ناحية الجدار الملاصق للخلية الجديدة ، ثم يقوم بضغطة جماعية على هذا الجدار تؤدى فى النهاية الى استسلامه وتمزقه فينتقل سريعا الى الخلية الجديدة معيدا جولة الهجوم الجماعى . هذه الميكروبات شعرت بوحى من ضعفها أن تجمع القوى القليلة يؤدى الى تكوين قوة كبيرة ، وأن التعاون يمكنها من كسر قوى الجدران النباتية .

ومن أمثلة الطفيليات المخربة الانتهازية ، تلك المسببة لعفن الثمار والخضروات أثناء تخزينها وتسويقها ، فالثمار والخضروات بعد قطفها أو تقليعها من الأرض تفقد حيويتها سريعا وبذلك تصير نهبا مستساغا لهذا النوع من الميكروبات ، فتسبب خسائر كبيرة . وقد قدرت خسائر التسويق نتيجة هجوم هذه الميكروبات على الفواكه والخضروات فى مدينة نيويورك سنة ١٩٤٨ فوجدت معادلة لحمل سبعمائة لورى من الفاكهة ، وألفين وثلاثمائة لورى من الخضروات . ومن أهم مسببات عفن الثمار والخضروات أثناء التخزين الميكروب البكتيرى المعروف باسم « اروينيا كاروتوفورا » الذى يهاجم كثيرا من النباتات أثناء تخزينها وتسويقها مؤديا الى تعفنها عفنا طريا ، فتصبح الأجزاء النباتية المصابة طرية لزجة وكثيرا ما يصحب ذلك ظهور رائحة كريهة تزداد وضوحا فى بعض النباتات مثل الكرنب والقرنبيط واللفت . وتجذب رائحة العفن الناتج عن

الاصابة كثيرا من الذباب الذى يضع بيضه على تلك النباتات المتعفنة . ويفقس البيض ، وتخرج منه اليرقات التى تتغذى على الأنسجة المتعفنة المحتوية على الميكروبات. وتستعمر الميكروبات الجهاز الهضمى ليرقات الحشرة وتستمر مصاحبة لها أثناء تطورها فى طور العذراء ثم عند ظهور الذباب المجنح . وعندما تبيض الاناث على نباتات أخرى ، يخرج البيض ويلوث من الخارج بالميكروب الذى يصيب النباتات الجديدة . ويدخل هذا الميكروب النبات خلال الجروح وهى كثيرة فى النباتات المقطوفة أو المقلعة ، ثم يفرز انزيماته داخل الأنسجة بكثرة فيسبب تفكك النسيج النباتى وانفصال الخلايا بعضها عن بعض ، وخروج السكريات والأملاح منها بكثرة فتموت الخلايا ويحدث التعفن .

والنباتات فى أعمارها الأولى اى بعد الانبات مباشرة تكون فى حالة شديدة من الضعف اذ ان خلاياها تكون رقيقة الجدر ومقاومتها لكثير من الميكروبات ضعيفة ، وخاصة اذا ازدادت ضعفا فى أيامها الأولى نتيجة لما تبذله من مجهود أثناء دفع طريقها الى أعلى مخترقة حبيبات التربة ورافعة معها بعض تلك الحبيبات . وتستمر كذلك فى ضعفها حتى تظهر فوق سطح الأرض وتتكشف الورقة الخضراء الأولى ، فتبدأ فى اكتساب القوى ؛ فتقوى جدر خلاياها وتكون خلايا جديدة دعامية والنباتات فى ضعفها

خلال فترات نموها الأولى تكون عرضة لهجوم كثير من الطفيليات المخربة الانتهازية . وتسبب تلك الميكروبات موت كثير من النباتات فى أطوارها الأولى مما يضطر معه الزراع فى كثير من الأحوال ، الى الزراعة بكميات من التقاوى تزيد عن المطلوب لو لم تكن تلك الميكروبات واقفة للنباتات بالمرصاد ، ومما يضطر معه الزراع أيضا الى عملية الترقيع بعد فترة من الزراعة ؛ أى الى اعادة الزراعة فى بعض الأماكن الخالية من النباتات فى المزرعة .

كما تختلف الميكروبات بعضها عن بعض فى الأماكن التى تفضلها لمهاجمة النبات والدخول الى أنسجته ، فهى أيضا تختالف فى الأنسجة التى تفضل أن تستعمرها . والأنسجة النباتية تختلف كثيرا فى مكوناتها من الخلايا ، كما تختلف الخلايا فى حيويتها وفى وظيفتها ؛ فمنها الحى ومنها الميت ، ومنها مايقوم بالتمثيل أو التنفس ، ومنها ما يقوم بنقل الماء والغذاء المعدنى الممتص من التربة بواسطة الجذور الى الأوراق الخضراء حيث يصنع ويطلق عليه الخشب ، ومنها ما يقوم بنقل الغذاء المصنع من الأوراق الخضراء لتغذية أجزاء النبات المختلفة أو لتخزينه لوقت الحاجة اليه ويطلق عليه اللحاء . ومن الميكروبات ما لا يستطيع التمييز بين نسيج وآخر فيهاجم الأنسجة حيثما وجدت ، والطفيليات المخربة الانتهازية دائما من هذا النوع كالميكروب « اروينيا كاروتوفورا » الذى

يهاجم الثمار والخضروات أثناء تخزينها وتسويقها ، وكثير من الميكروبات يهاجم النباتات فى أعمارها الأولى .

ومن الميكروبات ما له مزاج معين فهو يهاجم نسيجا دون آخر أو عضوا دون آخر ، وهذه الميكروبات توجد عادة ضـــمن الطفيليات المتوازنة أو الطفيليات المخربة المحاربة . من هذه الميكروبات ما يفضل الأوعية الخشبية فهو يعيش فيها ويستعمرها ، وقد تؤدى كثرته فيها الى انسداد مجرى الماء والغذاء مسببا ذبول النباتات ، فنراها منحنية مترهلة ، أوراقها ذابلة ، تبخر ماؤها ، ولم يصل من مجرى الماء ما يعوضها عما فقدته ، مصيرها الموت جوعا وعطشا والماء والغذاء محيطان بها . حتى اذا لم يؤد وجود الميكروبات فى مجرى الماء الى انسداده فان الافرازات الضارة للميكروب المهاجم تنتشر بسرعـــة عن طريق مجرى الماء ، فيفسد على النبات نظام حياته ، وتتلف وظائف أعضائه . ومن الميكروبات التى اختصت فى مهاجمة الأوعيـــة الخشبية الميكروب « فيوزاريوم » الذى يهاجم نباتات القطن فى بلدنا ، والذى يكلفنا آلاف الجنيهـــات سنويا ، والذى تسبب فى تغيير الصنف الرئيسى للقطن اكثر من مرة . والتاريخ الزراعى الحديث فى مصر يذكر صنف القطن السكلاريدس الذى كان يشتد طلب الغزالين عليه لدرجة أن ثلاثة أرباع القطن المصرى المزروع سنة ١٩٢٢ كان من هذا الصنف ، وذلك لطول تيلته ونعومتها

ومتانتها مما يميزه عن سائر أصناف القطن . وان التاريخ ليذكر بالحسرة أيضا أن ميكروب « فيوزاريوم » الذى اكتشف سنة ١٩٠٢ بمصر وجد بعد ذلك فى صنف القطن السكلاريدس بيئة مناسبة ومرتعا خصبا ، يهاجمه وهو فى أوج نشاطه خلال أشهر مايو ويونيو ، فيميت من نباتاته ما لا يستطيع له دفعا ، ويعيش البعض عليلا ، اثماره ضعيف . ميكروب الفيوزاريوم من الطفيليات المخربة المحاربة يعيش فى التربة منتظرا موسم القطن حيث يجدد نشاطه ، ويشحذ سلاحه ، حتى اذا ما انتهى الموسم عاد الى الأرض فى انتظار جولة أخرى فى موسم تال . وتزداد أعداد الميكروب فى فترات انتظارها بالأرض ، وتزداد بذلك ضحاياها عاما بعد عام . فى سنة ١٩٢٣ انتهت الغفوة وبدأت الصحوة ؛ فشعر رجال الزراعة بالخطر ودقوا النواقيس ايذانا بالعمل ، وكان ذلك عن طريق تربية أصناف جديدة ، لا يستسيغها الميكروب أو لا يستطيع الهجوم عليها ، فكان الصنف سخا ٤ الذى ظهر سنة ١٩٢٥ حالا محل السكلاريدس ، ثم تبعته فى سنين تالية أصناف أخرى .

الأوعية الغذائية فى النبات هى أنابيب طويلة متفرعة من أسفل الجذور الى أعلى النباتات ، لهذا فقد تستغلها الميكروبات فى الهجرة من موضع فى النبات الى موضع آخر بعيد عنه ، حيث السكن جديد والغذاء وفير ، ففى مرض

التدرن التاجى المتسبب عن الميكروب البكتيرى الذى يحدث سرطانات ضخمة فى بعض اجزاء النبات نجد أن الميكروبات تتجمع فى الأوعية الخشبية ثم يهاجر بعضها الى أماكن جديدة بعيدة عن الورم الذى تكون أولا ، ثم تستعمر المنطقة الجديدة وتنبه الخلايا النباتية لتكوين ورم ثان وهكذا . لهذا كان من الصعب علاج المرض بالجراحة ، فازالة الأورام لا يعنى الشفاء اذ كثيرا ما يزال الورم فيظهر سرطان آخر فى موضع ثان .

الأوعية اللحائية التى تحمل الغذاء المجهز تأوى كثيرا من الميكروبات الفيروسية مثل الفيروس المسبب لمرض التفاف الأوراق فى البطاطس . ويستخدم الفيروس تلك الأوعية فى الهجرة الداخلية لذلك نجد ان اعراض الهجوم الميكروبى فى هذه الحالة تبدأ فى الأوراق العليا ، ثم تنتقل بواسطة أوعية اللحاء الى اسفل نظرا لأنه ينتقل فى هذه الأوعية من الاوراق الى باقى أجزاء النبات . بينما الميكروبات التى تنتقل عن طريق الأوعية الخشبية تظهر أعراض الاصابة بها من أسفل الى أعلى حيث الماء والغذاء ينتقلان فيها من الجذور الى الأوراق .

خامسا : حيوية الميكروبات ومرونتها

قبل البدء الفعلى للهجوم الميكروبى للنباتات ، تعترى الميكروبات بعض التغيرات الطبيعية والوظيفية والكيماوية. كما يتطلب الهجوم توفر جهود ميكانيكية أو افرازات كيماوية أو الاثنين معا يستمدها الميكروب من الطاقات المخزونة به ومن الغذاء المدخر فيه ، قبل أن يتمكن من الوصول الى الغذاء النباتى والاستفادة به وتحويله الى طاقات تلزم لنموه وتكاثره ومواصلة هجومه . هذه الخطوات الابتدائية للهجوم تستلزم من الميكروب درجة خاصة من الحيوية . وكلما زادت حيوية الميكروب كلما اشتد هجومه على النبات . وكثيرا ما ترتبط حيوية الميكروب بكمية الغذاء المختزن فى جسمه . فمن هذا الغذاء تستمد جراثيم بعض الميكروبات الطاقة اللازمة لتنشيطها وانباتها وكذلك الجهد اللازم لاختراق الأنبوبة الناتجة عن انبات الجرثومة لجسم النبات ، والنمو فى داخلة حتى يبدأ الميكروب فى تكوين علاقة حيوية بينه وبين النبات فيمتص منه ما يحتاجه من غذاء . ولهذا نجد أن بعض الميكروبات التى لا تقوم بتخزين الغذاء بالكمية التى لا تمكنها من بدء الهجوم ، يمكنها ذلك اذا زودت بالغذاء

اللازم عند بدئها الهجوم ، مثل هذه الميكروبات لا يمكنها احداث العدوى طبيعيا الا اذا سقطت على جرح فى النبات ، فتمتص غذاءها مباشرة من الخلايا الممزقة ، بعدها تتمكن من الهجوم على الخلايا السليمة . ونجد أن بعض الميكروبات التى لا تستطيع اختراق الجدران النباتية السليمة ، يمكنها ذلك اذا وجدت غذاء مناسبا على الجدار النباتى فى منطقة وجود الميكروب ، فيمتص الميكروب بعض الغذاء الخارجى فتزداد حيويته فيتمكن بعد ذلك من ثقب الجدار النباتى السليم .

تختلف الميكروبات كثيرا فى احتفاظها بحيويتها وخاصة اذا تعرضت لظروف بيئية غير مناسبة كالحرارة المرتفعة أو الشديدة الانخفاض أو الجو الجاف أو الاشعاعات المختلفة . ويكثر تعرض الميكروبات لتلك الأحوال السيئة عند انتقالها لمسافات طويلة وخاصة اذا كان النقل باستخدام الرياح . كما أن حيوية الميكروبات تقل تدريجيا بمرور الزمن على تمام نضجها . وتتوقف سرعة النقص فى حيوية الميكروبات على تركيبات وراثية توجد فى أجسام خاصة بجسم الميكروب كما تتوقف أيضا على درجة بعد الظروف البيئية عن الدرجات الملائمة له . بعض الميكروبات تفقد حيويتها سريعا حتى ولو وجدت تحت أنسب الظروف ، ومن ذلك الجراثيم النشطة لميكروب مرض البياض الزغبى الذى يصيب البصل ، تلك الجراثيم

تحافظ على حيويتها لمدة ثلاثة ايام فقط . وفى نفس الوقت نجد أن جراثيم الميكروبات المسببة لأمراض التفحم بالنباتات ذات اعمار طويلة فجراثيم الميكروب المسبب للتفحم المغطى فى القمح يمكنها أن تحافظ على حيويتها لمدة أحد عشر عاما .

بعض جراثيم الميكروب تبقى فى حالة سكون فترة طويلة تكون أثناءها فى حالة نشاط حيوى منخفض ، وعند حلول الوقت المناسب ، وذلك نتيجة لتعرضها لعوامل بيئية خاصة قد يكون منها تأثير النبات العائل التنبيهى ، عند ذلك فقط تنتقل تلك الجراثيم من حالة النشاط الحيوى المنخفض الى حالة من نشاط حيوى مرتفع وتهاجم النباتات . يحدث ذلك مع الجراثيم الساكنة للميكروب المسبب للبياض الزغبى فى البصل التى تنبت بعد مرور عدة سنوات على تكوينها . هذا الميكروب ، كما سبق بيانه ، يكون نوعين من الجراثيم احدهما نشط سريع الانبات قصير الحياة والآخر ساكن بطىء الانبات طويل الحياة . الجراثيم النشطة تنبت بعد ساعات من تكوينها وتهاجم النباتات أثناء موسم النمو ويتكون منها عدة اجيال أثناء الموسم ، أما الجراثيم الساكنة والتى تحتاج لفترة راحة طويلة قبل انباتها تتكون قرب نهاية الموسم وتسكن محافظة على حيويتها اثناء ذلك وتنبت بعد ذلك فى مواسم تالية . فلولا الجراثيم الساكنة ما امكن

بقاء الميكروب حيا من موسم الى آخر فهى التى تحافظ على الميكروب فترات طويلة .

هل الميكروبات ثابتة فى خواصها وفى قدراتها على مهاجمة النباتات ؟ هل الميكروبات تتغير بتغير الصنف النباتى المزروع القابل للاصـــابة بهذا الميكروب بصنف آخر لا يسهل على الميكروب مهاجمته ؟ بعض الميكروبات ذات قدرات كفاحية عالية ، فاذا لم تجد أمامها سوى أصناف نباتية مقاومة للمرض فان قدراتها الهجومية تزداد شدة جيلا بعد جيل حتى يسهل على الميكروبات مهاجمة تلك الاصناف النباتية التى كانت فى وقت ماشديدة المقاومة لا يتمكن منها الميكروب الا بشق الأنفس . مثل هذه الميـــكروبات المرنة ، التى لا ينتهى كفاحها بنهـــاية الصنف المهاجم ، بل تستمر فى كفاحها باذلة مجهودات خاصة لتمكنها من غيرها من الأصناف المقـــاومة حتى تستسلم لها ، تلك الميكروبات ذات مقومات كفاحية عالية .

كثيرا ما تتأثر كفاءة الميكروب فى الكفاح بمصدر غذائه فى الفترة السابقة لهجومه ، فمعظم الميكروبات تضعف قدراتها الكفاحية بطول مدة نموها وتغذيتها بعيدا عن النباتات ، كأن تعيش فى التربة أو على مواد عضـــوية متحللة حتى لتكاد تفقد تلك القدرات بعد فترة من معيشتها الترممية ، تطول أو تقصر حسب الميكروب ونوع الغذاء . ضعف القدرات الكفاحية للميكروب بعد طول معيشته

الترممية قد تنتج عن فقد الميكروب لقدرته على اختراق الجذر النباتية سواء القدرات الميكانيكية منها أو القدرات الكيماوية . وقد ينتج الضعف فى القدرات الكفاحية الى فقدان الميكروب لقدراته على الاستمرار فى النمو داخل الأنسجة النباتية وتكوينه لعلاقة بيولوجية بينه وبين النبات العائل والحصول منه على الغذاء اللازم ، فقد يفقد الميكروب القدرة على افراز الأنزيمات التى تمكنه من المرور بالأنسجة والاستفادة من الغذاء النباتى ، كما قد يرجع ضعف القدرة التطفلية الى ضعف قدرة الميكروب على تحمل مقاومة القوى الدفاعية للنبات أو التغلب عليها . ومن الميكروبات التى كانت موضع دراسة وتقص من هذه الوجهة ميكروب البطاطس « فيتوفثورا انفستانز » المسبب للفحة المتأخرة . هذا الميكروب شديد المرونة من ناحية القدرة على اصابة نباتات البطاطس ، وتتوقف تلك القدرة على طريقة تغذيته السابقة . فقد وجد أن هذا الميكروب تضعف قدرته على اصابة النباتات بتنميته على الدرنات ، وتقوى تلك القدرة بتكرار اصابته للنباتات الخضراء . كما أن تنميته على الدرنات المقاومة للاصابة به تضعفه أكثر من تنميته على الدرنات السهلة الاصابة ، فقد وجد أن قدرة هذا الميكروب على مهاجمة نباتات البطاطس الخضراء قد تنتهى تماما بعد تنميته لمدة خمسة أجيال الى أحد عشر جيلا على

درنات بطاطس مقاومة ، وتحتاج الى تنميتها لمائة جيل على الدرنات القابلة للاصابة حتى تفقد قدرتها على اصابة النباتات الخضراء . أى أنه اذا كانت الظروف ملائمة لهجوم الميكروب على الدرنات وقت تخزينها واشتد المرض على الدرنات فان النتيجة النهائية ضعف قدرة الميكروب التطفلية ، اذ أن الأصناف القابلة للاصابة تموت سريعا ويبقى الميكروب ويواصل هجومه على النباتات المقاومة ، وبتكرار الأجيال على الدرنات المقاومة تضعف قدرة الميكروب على عدوى النباتات الخضراء . ميكروب « فيتوفتورا » الذى ضعفت قدراته على احداث المرض فى النباتات الخضراء اذا تمكن ثانية من الأجزاء الخضراء وكانت الظروف مواتية له فانه يهاجمها وينمو داخل النبات ويكون أجيالا أخرى من الميكروب .. والجيل الناتج يكون أكثر قدرة على الهجوم على النباتات الخضراء من الجيل الذى بدأ الهجوم ، وبتكرار الهجوم على النباتات الخضراء يستعيد الميكروب قدرته الهجومية الأولى .

اختلفت الآراء حول طبيعة التغير والتحول الذى يحدث فى الميكروبات نتيجة تنميتها تحت ظروف خاصة ، كما تضاربت الآراء حول تعليل مرونة الميكروبات فى تغيرها لمواجهة صعوبات الحياة . البعض يرى أن التغيرات التى تحدث فى قدرات وصفات الميكروب هى نتيجة لتفاعل الميكروب مع البيئة . والغالبية تعتقد أن التغيرات التى

تحدث فى طبيعة الميكروب ترجع ألى حدوث تغييرات فى التركيبات الوراثية للميكروبات . والميكروبات تتوارث بعض الصفات وتتناقلها جيلا بعد جيل . كما أن كثيرا من الميكروبات تتزاوج وينتج عن تزاوجها أفراد مختلفة الصفات متباينة الخواص . والأفراد المختلفة قد تتشابه كثيرا الا أنها تختلف فى وظائفها وفى قدراتها على اصابة النباتات العائلة .

بعض أنواع الميكروبات رغم تشابه أفراده كثيرا فى صفاتها الظاهرية ، الا أنها تتفاوت كثيرا فى قدراتها على اصابة أجناس وأنواع النباتات العائلة لها ، وذلك كما فى الميكروب « پاكسينيا جرامينيس » المسبب للصدأ الأسود فى بعض النباتات النجيلية . هذ الميكروب يعرف له ستة أشكال يصعب تمييزها بالشكل الظاهرى وانما تميز بقدرة كل منها على اصابة عوائل دون أخرى . أحد أشكال هذا الميكروب يصيب القمح والشعير ، ويعرف منه مايزيد كثيرا عن مائة سلالة يمكن تمييزها باختبار قدراتها على عدوى أصناف مختلفة من بادرات القمح والشعير تعرف باسم الأصناف المميزة . فى احدى التجارب أمكن استخدام احدى سلالات هذا الميكروب فى عدوى أحد أصناف القمح المقاومة له ، واجريت العدوى تحت أنسب الظروف الملائمة لحدوث العدوى ، ثم استخدمت جراثيم الميكروب الناتجة على النباتات فى اجراء عدوى ثانية لنفس الصنف ،

ثم كرر هذا لعدة أجيال فوجد بعد فترة أن هذه السلالة من الميكروب قد اكتسبت القدرة على الهجوم السهل واحداث المرض بسهولة ، أى أن صنف القمح الذى كان مقاوما لهذه السلالة من الميكروب أصبح قابلا للاصابة به بعد تكرار مروره عليه ، ويطلق البعض على هذه الخاصية بالتأقلم أى أن الميكروب يتغير وظائفيا ليتلاءم مع وسط النمو الجديد .

فى بعض الأحوال أمكن الحصول على عدوى ميكروب ناجحة سهلة على صنف نباتى شديد المقاومة له وذلك باستخدام نبات وسط . طريقة ذلك أن نحصل على جيل من الميكروب من نباتات قابلة للاصابة به . نستخدم الميكروبات الناتجة فى عدوى النباتات الوسطية وهى نباتات متوسطة المقاومة فتصاب اصابات محدودة . تكرر عدوى النباتات الوسطية بجيل الميكروب الناتج سابقا وتكرر ذلك عدة مرات حتى نحصل على عدوى يسيرة سهلة أى حتى يتأقلم الميكروب على النبات الوسطى ، عند ذلك يكون هذا الميكروب قد اكتسب ، خلال تمريره على النباتات الوسطية ، قدرات أكثر على الهجوم والمعيشة مع النبات . يؤخذ الجيل الأخير من الميكروب ويعدى به النبات الشديد المقاومة فنلاحظ أن الميكروب قد اكتسب خلال مروره على النبات الوسطى القدرة على اصابة النبات الشديد المقاومة ثم بتكرار تمرير الميكروب على النبات

الشديد المقاومة تزداد قدرة الميكروب على اصابته حتى يصل الى الدرجة التى يستسلم فيها النبات للميكروب بسهولة .

لم يعتقد البعض فى التأقلم بالمعنى السابق ، بل الاعتقاد السائد أن هناك تغييرات وراثية تحدث فى مجموعة أفراد الميكروب نتيجة لتغيير وسط النمو ، فأفراد نوع معين من الميكروبات ككل الكائنات الحية لا ضمان للنقاء الوراثى بين أفرادها ، بل تختلف أفرادها فيما بينها فى تركيباتها الوراثية . تعيش الأفراد معا وتتنافس تاركة للطبيعة عملية الانتخاب للأصلح ، ولا مكان عند المنافسة الا لمن يتجاوب مع وسط النمو . والتنافس أساسيا للحصول على الغذاء ، والغذاء يأتى بالهجوم على النبات . وأفراد الميكروب تختلف فيما بينها فى الكفاءة فى الهجوم والحصول على الغذاء . فالفرد الكفء من الميكروبات هو الفرد الذى ينجح فى تكاثره وانتقاله وهجومه وتحمله لظروف الحياة وقسوتها . والنوع الناجح من الميكروبات هو الذى يوجد بين أفراده ما يستطيع مواصلة الكفاح اذا نزل بها سوء أو فقدت الصنف النباتى الذى اعتادت الهجوم عليه . وقد يفقد العائل النباتى الرئيسى نتيجة لقسوة الميكروب وشدة هجومه واستسلام النبات له استسلاما تاما كما حدث لأشجار « أبو فروة » عند

هجوم الميكروب « أندوثيا » عليها بأمريكا سنة ١٩٠٤ ثم فى ايطاليا سنة ١٩٤٨ ثم بعد ذلك فى سويسرا . وقد يفقد العائل النباتى بفعل الانسان عندما يمتنع عن زراعته وعندما تصبح زراعة هذا النبات غير اقتصادية ، وذلك كما حدث فى مصر عندما شعر الزراع بخطر ميكروب « فيوزاريوم » على صنف القطن السكلاريدس فبدأوا فى استبدال صنف السكلاريدس سنة ١٩٢٥ بأصناف أخرى لا يقبل عليها ميكروب « فيوزاريوم » . فى هذه الأحوال التى يجد فيها أفراد الميكروب أنفسهم أمام أصناف نباتية لا يقبلون عليها أو لا يستطيعون عليها هجوما ، ينتهى صراعهم مع النبات الا اذا وجد بين أفراد الميكروب من يستطيع ذلك . الأفراد — كما بينا سابقا — ليست صورة واحدة فهى تختلف فيما بينها فى تركيباتها الوراثية التى يظهر أثرها فى حدوث اختلافات شكلية واختلافات وظيفية . فعند تغيير الصنف النباتى الى آخر يصعب على الميكروب مهاجمته ، قد يتمكن فرد من ملايين الأفراد أن يواصل الهجوم وأن يجدد النوع منتجا جيلا من الميكروب أكثر قدرة على مهاجمة الصنف النباتى الجديد . يواصل الجيل الجديد الهجوم والتكاثر . وكلما ازدادت قدرة الفرد على الهجوم كلما ازداد نسله وبذلك يزداد الميكروب قدرة جيلا بعد جيل .

الاختلافات التى تظهر فى أفراد الميكروب الواحد

تتسبب من أحداث مختلفة فى حياة الميكروب من أهمها التزاوج وحدوث الطفرات .

الكثير من الميكروبات يعرف منه الذكور ومنه الأناث ، تتزاوج الذكور والأناث فتنتج أفرادا تختلف فيما بينها فى الصفات كما يختلف الأشقاء فيما بينهم . ومن الصفات التى تختلف فيهـا الميكروبات ، القدرة على الهجوم على النبات والاستفادة منها . من الميكروبات ما يتميز أنواعه الى سلالات تكاد تكون أفراد كل سلالة متشابهة تشابها تاما وخاصة فى القدرة على اصابة أصناف النبات المختلفة وذلك كما يحدث بالنسبة لافراد كل من سلالات الميكروب المسبب لصدأ الساق الأسود فى القمح . هـذه السلالات قد تتزاوج مع بعضها منتجة أفرادا تختلف فى قدراتها على اصابة أصناف نباتات القمح . ولحسن الحظ فان ميكروب صدأ الساق الأسود لايتزوج فى بلدنا لعدم وجود اعشاش زواجه ، فهو لا ينضج جنسيا ولا يحسن تزاوجا الا على نبات شجيرى خاص يوجد فى البلاد الشمالية ويعرف باسم « باربرى » ، ولهذا فسلالات هذا الميكروب محدودة فى بلدنا ، كثيرة فى البلاد التى توجد بها شجيرات الزواج .

فى بعض الأحيان تحـــدث تغييرات فجائية فى طبيعة الميكروب . هذه التغييرات تحدث عادة نتيجة لتعرضه لصدمة قوية تؤثر فى كيانه الوراثى محدثة انقلابا داخليا

كثيرا ما يظهر اثره فى أجيال الميكروب التالية . ومن الصدمات التى كثيرا ما تؤدى الى حدوث تلك التغييرات الفجائية التى تعرف بالطفرات ، التعريض للاشعة فوق البنفسجية أو الحرارة غير الملائمة أو لمواد سامة . وتحدث الطفرات أحيانا أثناء الرحلات الطويلة للجراثيم عند استخدامها لبساط الريح حيث تتعرض للاشعاعات القوية فى طبقات الجو العليا ولظروف اخرى غير ملائمة . كما أن هجوم الميكروب على نباتات لا تلائم النمو الجيد له قد ينبه حدوث طفرات به ، بعض هذه الطفرات قد يتلاءم مع المعيشة على تلك النباتات . وتختلف الميكروبات فى قدراتها على احداث الطفرات ، ولكنها عموما تحدث بنسبب ضئيلة جدا ، ولو أن السرعة التى تتكاثر بها الميكروبات ــ التى أوضحناها سابقا ــ تجعل نسب الطفرة الناجحة ترتفع سريعا جيلا بعد جيل فجرثومة واحدة من ميكروب صدأ القمح الأسود تغيرت لحدوث طفرة بها ، اذا نجحت فى اصابة القمح ينتج عنها حوالى مائتى ألف من الجراثيم الجديدة التى تخالف باقى الجراثيم المتكونة واذا نجح الجيل الأول من الجراثيم المتغيرة فى انتاج جيل ثان من الجراثيم فانه ينتج من ذلك اربعين بليونا من الجراثيم . وهذا العدد من الجراثيم اذا نجح فى اصابة القمح فانه يمكنه احداث عدوى شديدة لما يزيد عن مائة فدان منزرعة بالقمح .

قدرات النبات الدفاعية

الميكروبات رغم ضآلتها فهى دائما البادئة فى الاعتداء المتجنية على النبات ، والنباتات رغم كبرها وضخامتها فهى دائما المسالمة ، لاتبدأ فى العدوان . ولكن لا تستسلم فى معظم الأحيان ، حياتهـا مع الميكروبات حياة صراع واستبسال . قد تكون قوى الميكروب الهجوميـة أقوى من استحكامات النبات الدفاعية فتنتهى المعركة بهزيمة النبات وهلاكه ، وقد يكون لدى النبات من الاستحكامات الدفاعية المتينـة ما يكمنه من صـد هجوم الميكروب واعتدائه وكثيرا ما يغضى النبات على الميكروب المهاجم فى خطته للدفاع عن نفسه ، فيحافظ النبات على حياته ويستعيد بسرعة ما فقده أثناء سير المعركة .

وصول الميكروبات على سطح نبات ما ، ليس دليـلا بأى حال من الأحوال على ضمان حدوث هجوم من جانب الميكروبات وتأثر النبات من ذلك ، قد تهاجم الميكروبات النبات وقـد لا تهاجم أصـلا . اذا هاجمت الميكروبات النبات قد ينجح الهجوم وقد يفشل ، ويتوقف ذلك على امكانيات الميكروبات الهجومية وامكانيات النبات الدفاعية لهذا نجد أن هناك تخصص فى كثير من الأحوال بالنسبة

للميكروبات . فلكل من الميكروبات أفضلية خاصة لنبات معين أو لمجموعـــة من النباتات . ومن الأمثلة على ذلك الميكروب « اندوثيا بارازيتيكا » الذى وصل الى غابات «أبو فروة» بالولايات المتحدة الأمريكية ، وكان بالغابة من الأشجار أنواع مختلفة بخلاف «أبو فروة» ومنها أشـــجار البلوط والزان والأسفندان . وفى خلال مأساته هناك فى المدة من سنة ١٩٠٤ الى سنة ١٩١٤ كانت الغابات مليئة بجراثيم ذلك الميكروب ، ومن المؤكد أن تلك الجراثيم قد وصلت بوسائل النقل المختلفة سواء بالهواء أو بالحيوانات والطيور الى مختلف الأنواع من الأشجار الا أن هذا الميكروب اللعين كان يفضل أشجار « أبو فروة » على باقى أشـــجار الغابة فقضى عليها قضاء مبرما ولم يلاحظ على غيره من الأشجار الا فى حالات قليلة فقـــد أمكنه احداث تقرحات صـــغيرة محدودة على أشجار البلوط .

استحكامات النبات الدفاعية تتمثل فى خطوط دفاعية وفى أســــلحة مستخدمة للدفاع فى كل خط من خطوط الدفاع . خط الدفاع الأول هو أقوى الخطوط الدفاعية ويتمثل فى جدر النبات الخارجية وأبوابه . الاستحكامات فى هـــذا الخط تعمل على منع دخول الميكروب لأنسجة النبـــات . أما خط الدفاع الثانى فيحدث بعـــد دخول الميكروب مسافة محدودة ، فيحاصر فى مكانه ويهاجمه

النبات بأسلحته وقد يمنعه من التقدم بعد ذلك . اذا تمكن الميكروب من اختراق خطى الدفاع الأول والثانى فان أجهزة النبات الدفاعية تواصل المعركة منتقلة أثناءها من مكان فى النبات الى آخر مستخدمة فى ذلك الأسلحة المختلفة والأسلحة التى يستخدمها النبات فى الدفاع عن نفسه وفى الهجوم على الميكروب دفاعا عن نفسه اذا تمكن الميكروب من الدخول للنبات ، أنواع مختلفة ، منها السلاح الميكانيكى ، والسلاح الكيماوى والأسلحة الطبيعية .

تختلف النباتات فى مدى نجاح استحكاماتها الدفاعية ضد الميكروب المهاجم ، فنبات معين قد يمنع دخول ميكروب ما منعا تاما وفى نفس الوقت يستسلم استسلاما كليا لميكروب آخر . وتستخدم اصطلاحات خاصة للاستدلال بها على مدى نجاح الاستحكامات الدفاعية للنبات بالنسبة لميكروب معين فالنبات التى لا يستطيع ميكروب معين أن يتخطى خطوط دفاعها الأولى ، أى لا يتمكن من دخولها تعرف بأنها نباتات منيعة بالنسبة لهذا الميكروب . أما اذا تمكن الميكروب من اختراق خط الدفاع الأول وكون مع النبات علاقة بيولوجية فان هذا النبات ليس منيعا لهذا الميكروب . فاذا دخل الميكروب خلايا النبات وتمكن من النبات بيسر وسهولة وفشلت كل أجهزة النبات

الدفاعية فى صده ووقف هجومه واستسلم له النبات فى النهاية فان مثل هـذه النباتات توصف بأنها نباتات قابلة للاصابة بالميكروب . أما اذا اخترق الميكروب خطوط الدفاع الأولى بصعوبة وكانت مواصلة هجومه للنبات صعبة عسيرة نظرا لما لدى النبات من أسلحة دفاعية قوية وقاتلة توقف الميكروب وتحد من انتشاره داخل النبات فان النبات فى هذه الحالة يوصف بأنه مقاوم للميكروب . والقابلية للاصابة والمقاومة صفتان نسبيتان وليستا صفتين مطلقتين كصفة المناعة . لهذا فلكل من صفتى القابلية للاصابة والمقاومة درجات ، فالنبات قد يكون شديد القابلية للاصابة أو متوسطها ، شديد المقاومة أو متوسطها ، وذلك بالنسبة لميكروب معين .

أولا : خطوط الدفاع الميكانيكية

خلايا النبات الخارجية والجدر الخارجية لهذه الخلايا بصفة خاصة تمثل خط الدفاع الأول ضد هجوم الميكروبات . تلك الخلايا وجدرها الخارجية تكون طبقة واقية تختلف كثيرا عن خلايا النبات الأخرى وجدر الخلايا الأخرى . تلك الخلايا الواقية الخارجية تغلف أجزاء النبات المختلفة عدا أجزاء قليلة مثل بعض الأجزاء الزهرية والشعيرات التى توجد بالجذور وتقوم بامتصاص الغذاء من التربة . تمتاز هذه الطبقة الواقية بسمك جدر خلاياها وخاصة الجدر الخارجية التى تمتاز بوجود ترسيبات من مواد خاصة عليها ، يترتب على وجودها احتياج الميكروبات الى مجهودات زائدة لاختراقها . معظم الترسيبات التى توجد على خلايا الأجزاء النباتية الهوائية تتكون من مواد شمعية تعرف بالكيوتين . والكيوتين يزيد من الجذب السطحى للسوائل فتجعل نقطة العدوى السائلة صعبة الاستقرار فى مكانها والالتصاق بسطح النبات . مما لا يتمكن معه الميكروب من بدء الهجوم ، كما أن هذه المادة الشمعية لا يسهل على الميكروبات اذابتها بافرازاتها فتطلب منها كفاءة خاصة لاختراقها ميكانيكيا . وكلما زاد سمك

هذه الترسيبات الشمعية كلما ازدادت درجة مقاومة تلك الأجزاء النباتية لدخول الميكروبات التى تثقب طريقها خلال الخلايا الخارجية . وقد وجد بوجه عام أن مقاومة الأجزاء النباتية الخارجية لدخول الميكروبات تزداد بازدياد سمك الجدر الخارجية وازدياد الترسيبات الشمعية وبصغر الخلايا الخارجية وبسمك الجدر الرأسية الفاصلة ، فينتج عن زيادة سمك هذه الجدر وعن الترسيبات الشمعية ازدياد الضغط الذى يبذله الميكروب لاتمام الاختراق ، كما ينتج عن صغر تلك الخلايا وسمك الجدر الرأسية الفاصلة تقوية بنيان وأسس ارتكاز الجدار الخارجى فيصعب تجريحه . وقد أمكن قياس الضغط المطلوب لثقب جدار أوراق نوعين من نبات الباربرى الذى يتزاوج عليه ميكروب صدأ القمح الأسود ، أحدهما قابل للاصابة بهذا الميكروب والآخر يقاوم الاصابة به ، فوجد ان ثقب جدار ورقة نبات عمرها يوم واحد من النوع القابل للاصابة تحتاج الى ٣٢٠ مليجراما ، فى حين أن ثقب جدار ورقة نبات عمرها يوم واحد أيضا من النوع المقاوم تحتاج الى ٥٢٤ مليجراما . ومن المعروف أن مقاومة تلك الأوراق للميكروب تزداد بازدياد عمر الأوراق ، وقد وجد فى نفس الوقت أنه كلما زاد عمر الورقة كلما ازدادت كمية الضغط المطلوب لثقب جدرها . فالورقة من النبات القابل للاصابة تحتاج الى ضغط قدره ٣٢٠ مليجراما وهى فى

عمر يوم واحد والى ٤١٠ مليجرامات وهى فى عمر ثلاثة أيام والى ٦٣٦ مليجراما وهى فى عمر سبعة أيام . وفى بعض الدراسات قيس سمك الجدر الخارجية للخلايا الخارجية بالترسيبات الشمعية التى عليهـا لأوراق أنواع مختلفة من نباتات الباربرى فوجد كلما قل سمك هذه الجدر كلما ازدادت قابلية الأوراق للاصابة بميكروب الصـدأ فكان يتراوح سمك الجـدر فى النباتات القابلة للاصابة ما بين ٨٢ر. الى ١٠ ار١ ميكرون والنباتات المقاومة ما بين ١٦ ار١ الى ٤٣ ار١ ميكرون والنباتات المنيعـة ما بين ١٥٧ ر١ الى ٧٥ ر١ ميكرون .

بعض الميكروبات لاتستطيـع الدخول الى النبـات الا مرورا خلال الأبواب الموجودة بالجدران الخارجية للنبات ففى مثل هذه الأحوال يكون خط الدفاع الأول مركزا عند هـذه الأبواب ، فاذا قلت تلك الفتحـات قلت فرص الميكروبات للدخول ، واذا ضاقت تلك الفتحات بالدرجة التى لا تمكن الميـكروب من الدخول قلت أيضا فرصـة الدخول . كما أن التحكم فى قفل وفتح تلك الأبواب كثيرا ما يقلل فرص الدخول . بعض النباتات تغلق فتحاتهـا معظم الوقت كما فى بعض أصناف القمح المقاومة لميكروب الصدأ الأسـود . كما أن بعض الأصناف الأخرى تتنبه بفعـل طرف الميكروب النامى الذى ينجـذب ناحية تلك الفتحة متهيئا لدخولها ، فتغلق الأبواب أمامه صادة اياه

عن الدخول ، فهو الضيف الثقيل الذى توصد أمامه الأبواب . كما أن فتحات ثغور القمح تكون صالحة للعمل فترة محدودة بعدها تفقد مرونتها فى الفتح والقفل فتقفل قفلا تاما ، موصدة الطريق أمام هجوم تلك الميكروبات .

أما تلك الميكروبات التى لا ترى لها وسيلة للدخول الى النبات الا خلال جروحه ، فهى لا تستطيع الدخول خلال الجدران ولا الأبواب لهذا كان خط دفاعها الأول أن يكون النبات جدارا قويا آخر يحل محل ما تمزق من جدار . تجريح النباتات ينبه عادة افراز مادة السيوبرين ، وهى مادة شمعية تترسب على جدران الخلايا المجروحة والمجاورة لها فيزداد سمكها ويصعب على الميكروبات النفاذ خلالها . ولايكتفى النبات بهذه التقوية لجدره البالية الضعيفة ، بل قد يحدث تنبيه أيضا لبعض الخلايا الداخلية فتنشط وتنقسم وتكون حاجزا داخليا متينا من خلايا متراصة سميكة الجدر أشبه بسد منيع يقف أمام الميكروبات التى قد تتمكن من المرور خلال الطبقات الخارجية المجروحة رغم ما ترسب عليها من سيوبرين . ففى الزمن الذى تتخطى فيها الميكروبات تلك الخلايا « المسوبرة » وتتقدم الى الداخل بضع طبقات من الخلايا يكون السد الفلينى قد تم تكوينه .

كثيرا ما نرى فى الطبيعة آثار معركة بين ميكروب ونبات فيها هجوم ودفاع وفيها متابعة هجوم وتكرار صد وذلك

كما حـــدث مع الميكررب المعــروف باسم « ماكروفوما ثيوميفاسينز » وأشـــجار الرجراج وهى أشجار تشبه أشجار الحور ، تمتاز بقلفها الناعم الناتج عن وجود طبقة فللينية رقيقة ناعمة ومستديمة مغلكة لسيقان الأشجار . ولكن كثيرا ما نشاهد وخاصة فى منطقة البحيرات بالولايات المتحدة الأمريكية تلك الأشجار وقد استبدلت قلفها الناعم الرقيق بآخر خشن وسميك وداكن نتيجــة لمعركة قامت بينهـــا وبين الميكروب « ماكروفوما » وأحيانا ميكروبات جرحية أخرى . تدخل تلك الميكروبات الى أنسجة الأشجار خلال جروح قلف النبات أو فتحاته ، وبعد دخولها تتنبه أجهزة النبات الدفاعية فتكون سدا فلينيا أمامها ، وكثيرا ما تتغلب الميكروبات على الســد الفلينى المتكون فيــكون النبات سدا ثانيا أعمق منه ، وهكذا يتكرر تكوين السدود ويتكرر الهجوم على هــذه السدود فيتحول الثوب الناعم الرقيق المغلف لسيقان النباتات الى ثوب ســميك خشن داكن لما ألمّ به من آثار المعركة المستمرة .

تتوقف قدرة النبات الدفاعية ضد الميكروبات الجرحية على سرعة اســـتجابة أجهزة النبات الدفاعية لترسيب السيوبرين وتكوين السدود الفلينية وكذلك على سرعــة نمو الميكروب وانتشــاره . فاذا كانت سرعــة الترسيب وتكوين السدود أبطأ من سرعــة نمو الميكروب وانتشاره بالأنسجة فانه سيتخطى المنطقة التى تتكون فيها السدود

قبل أن يتم الترسيب وقبل تكوين الحاجز المانع لنموه ، ثم ينتشر الميكروب بعد ذلك فى أنسجة النبات الداخلية أما اذا كانت استجابة النبات الدفاعية أسرع من سرعة نمو الميكروب وانتشاره فان الميكروب سيحاصر فى مكانه لا يستطيع تقدما لأن الحواجز المانعة ستحيط بمنطقة الجرح سريعا حاجزا الميكروبات خارجيا . ويعتقد الكثير بأن مقاومة بعض أصناف البطاطس لميكروب الجرب العادى يرجع الى سرعة تكوين النبات للسد الفلينى حول الأنسجة المصابة .

ولا تقف مقاومة النبات الميكانيكية للميكروبات عند الحدود الخارجية ، بل تستمر المقاومة فى أغلب الأحيان طالما كان الميكروب فى داخل أنسجة النبات . ودائما توجد علاقة ارتباط بين كمية المواد المترسبة على جدران الخلايا النباتية ودرجة مقاومة تلك الخلايا لمرور الميكروبات فى داخل الأنسجة . وفى كثير من الأحوال وجد أن وجود الميكروب فى الأنسجة النباتية ينبه الخلايا المجاورة لترسيب مادة السيوبرين على جدرانها ، مما يحد من انتشار الميكروب بالأنسجة أو يزيد من الجهد اللازم له ليواصل الهجوم . وعموما فتختلف خلايا النبات فى سمك جدرها وفى قدرة الميكروبات على اختراقها ، وقد وجد فى كثير من الحالات أنه كلما زادت الخلايا السميكة الجدر بالأنسجة

الخارجية لنبات القمح كلما ازدادت درجة مقاومته لميكروب الصدأ الأسود .

ومعظم الميكروبات الفطرية المتوازنة تسلك فى نموها وانتشارها داخل أنسجة النبات طرقا بين الخلايا ، وتحصل على غذائها من داخل الخلايا بأن ترسل فروعا صغيرة محدودة النمو داخل الخلايا تعرف بالممصات . بعض النباتات تقوم باجراء دفاعى ضد هذه الممصات للحد من الكميات التى تسلبها الميكروبات من الغذاء بواسطة هذه الممصات ، فيكون النبات جدرا سليلوزية تحيط بهذه الممصات وتبعدها عن مصدر الغذاء .

ثانيا : سلاح الدفاع الكيماوى

لا يكتفى النبات باقامة حواجز وخطوط دفاع ميكانيكية أثناء نموه أو عند تجريحه أو يتفاعل لوجود كائنات ميكروبية فى جسمه حتى يضمن لنفسه حياة آمنة مطمئنة ، ولكنه ايضا ، يتابع الميكروب فى مكان دخونه أو وجوده اذا تمكن واخترق تحصينات النبات الميكانيكية الخارجية ، فيسلط عليه سلاحه الكيماوى الذى قد يتمثل فى اقامة الحواجز التى لا تؤثر فيها الافرازات الكيماوية للميكروب المهاجم ، أو فى عدم توفير الوسط البيئى الغذائى الملائم لنموه ، أو قد يتمثل فى الافرازات الكيماوية التى تعمل عمل السموم ضد الميكروبات بوسائلها المختلفة .

وكثيرا ما يتوقف الهجوم الميكروبى فى مبدئه ، بعد أن يفرز الميكروب انزيماته ليحلّل الجدر الخارجية ، فلا تتأثر به تلك الجدر نتيجة لأن تركيبها لا يتلاءم مع افرازات ذلك الميكروب المهاجم ، أو لأن تلك الجدر تحتوى على مواد مانعة للنمو أو للنشاط الميكروبى ، وذلك كما فى البصل حيث وجد أن الأصناف الملونة منه تقاوم دخول بعض الميكروبات مثل تلك المسببة لمرض عفن الرقبة . وقد أمكن اثبات أن ذلك يرجع الى احتواء الأوراق الملونة الجافة

الخارجية على بعض الفينولات السامة التى تنتشر للخارج بسهولة فى وجود قطرات الماء فتسمم الميكروبات . أما اذا أزيلت تلك الأوراق الجافة الخارجية فان الأبصال تفقد مقاومتها وتمر الميكروبات الى الداخل بسهولة .

اذا تمكن الميكروب من كسر خطوط الدفاع الميكانيكية واختراق التحصينات الكيماوية الخارجية ، فانه يبدأ فى الحال فى تكوين علاقة بيولوجية بينه وبين النبات ، الغرض منها أولا الحصول على الغذاء لمواصلة ومتابعة الهجوم . لهذا كان من الضرورى أن يتوفر الغذاء اللازم لنمو الميكروب ونشاطه بأنسجة النبات وأن يكون الغذاء فى الصورة التى يستطيع الميكروب الاستفادة به ، مما قد يتطلب من الميكروب افراز انزيمات خاصة لتهيئة الطعام المناسب لامتصاصه . وفى بعض الأحيان قد يفرز الميكروب بعض المواد السامة لأنسجة النبات لايقاف نشاط النبات فى منطقة هجوم الميكروب حتى يضعف من مقاومة النبات ويتمكن هو من الحصول على غذائه بيسر وبساطة .

والقيمة الغذائية لمحتويات أنسجة النبات تؤثر تأثيرا كبيرا على مقاومة أو قابلية النبات للاصابة بالميكروب ، فتوفر الاحتياجات الغذائية داخل النبات من أساسيات نموه وانتشاره ، فاذا كانت بعض العناصر الغذائية الضرورية لنمو الميكروب غير موجودة بالأنسجة النباتية الموجود بها الميكروب وقف نشاط الميكروب ، أما اذا كانت

تلك المواد موجودة بكميات ضئيلة تقل عن الاحتياجات الضرورية للنشاط الميكروبى المطلوب ، فان الميكروب ينمو الا أن نموه ونشاطه يكون محدودا . أما اذا كانت الخلايا النباتية غنية بالمواد الغذائية الملائمة لنمو الميكروب فان درجة النمو الميكروبى تكون أقوى مما لو قلت كمية المواد الغذائية . ويتطلب نمو بعض الميكروبات وجود بعض الفيتامينات أو مواد أخرى شبيهة تشجع نمو الخلايا . فبعض الميكروبات مثل الميكروب المسبب لعفن ثمار الخوخ الذى يتنبه نموه بوجود فيتامين الثيامين الذى يعرف باسم فيتامين ب١ ، وعدم وجود هذا الفيتامين بخلايا النبات يضعف من هجوم الميكروب ، لهذا كانت أصناف الخوخ التى لا تحتوى على هذا الفيتامين أو تحتويه بقلة أقل اصابة بعفن الثمار من الأصناف الغنية بهذا الفيتامين .

وتوجد أدلة قوية على أن منتجات التحول الغذائى الميكروبى بما فى ذلك الانزيمات والسموم لميكروب معين ، تختلف نوعا وكما حسب درجة حموضة وسط النمو وحسب الغذاء الموجود فى خلايا النبات . وحيث أن الأصناف المختلفة من النباتات تختلف خلاياها فى تركيبها وحموضتها لهذا كانت بعض النباتات تمنع النشاط الانزيمى أو السمى لميكروبات معينة والبعض يشجعه . لهذا فتركيب ودرجة حموضة الخلايا ذات تأثير هام فى قدرة النبات الدفاعية ضد الهجوم الميكروبى .

يتأثر نشاط الانزيمات التى تفرزها الميكروبات ومدى تأثير تلك الانزيمات على أنســجة النبات ، بحالة الخلية النباتية التى لا تؤثر فقط على مدى انتاج الميكروبات من انزيمات بل أيضا تؤثر على مدى فاعلية هذه الانزيمات . فاذا تمكنت الخلايا النباتية من الحد من نشاط الأنزيمات المفرزة أو ايقاف مفعــولها كلية فمعنى ذلك أن الخلايا النباتية قد وضعت الميكروبات فى موقف لا تحسد عليه فالغذاء قريب وبعيد ، قريب الوجود وبعيد المنال ، كذلك فحركة الميكروبات من خلية الى أخرى أصبحت مقيدة لعدم قدرة الميكروبات على ثقب الجدر الخلوية بافرازاتها الانزيمية ، حتى المرور بين الخلايا فى حاجة الى انزيمات تفكك الخلايا عن بعضها ، فاذا شل مفعول تلك الانزيمات شلت أيضا حركة الميكروبات . مثل تلك الميكروبات كمثل الشــخص الغنى المقيد الحركة ، مائدته حافلة بأنواع الطعام الغنى الدسم ولكن معدته لا تستطيع هضمها فهو حبيس فى مكانه ، طعامه محرم عليه . من تلك الميكروبات الميكروب الذى يهاجم بعض أنواع نباتات الموالح قرب سطح التربة مسببا لها المرض المعروف بالتصمغ حيث تظهر آثار الميكروب على النباتات ، فى صورة مواد سائلة لزجة تظهر على أجزاء من الساق وتسيل الى أسفل ثم تتجمد مكونة كتلا من مادة صمغية جافة . هذا الميكروب يهاجم نباتات الليمون الاضاليا بسهولة ولكن اذا هاجم

نباتات النارنج فانه لا يستطيع استمرارا بل يموت جوعا لأن النبات يشل فعل انزيماته . هذا النوع من المقاومة يكثر وجوده مع الميكروبات المخربة ، فضرر الميكروبات المخربة يشتد فى النباتات التى تلائم خلاياها النشاط الانزيمى للميكروبات . ومن أمثلة ذلك ميكروب « بوترايتس سيناريا » الذى يهاجم كثيرا من النباتات كالفول والعنب والتفاح . هذا الميكروب اذا وجد على أنسجة مجروحة من درنات البطاطس فان جراثيمه تنبت جيدا ويثمر على جروح البطاطس ولكنه لا يتمكن من الهجوم على الخلايا الداخلية ، بينما هو من الميكروبات المخربة النشطية على كثير من النباتات الأخرى كالتفاح . وقد أمكن بعد دراسة مستفيضة لهذا الميكروب تعليل ذلك ، فوجد أن خلايا البطاطس تحتوى على بعض أملاح توقف فعل الانزيمات البكتينية . هذه الانزيمات من الانزيمات الهامة جدا فى نشاط الميكروبات المخربة اذ أنها تفكك الخلايا النباتية قبل مرور الميكروب فتهيىء له طريقا سهلا للتقدم وتمكنه من مواصلة الحصول على الغذاء بسهولة . فكأن وجود تلك الأملاح ومن أهمها أملاح فوسفات البوتاسيوم وكبريتات المغنسيوم بنسب مرتفعة نسبيا فى أنسجة النبات عامل هام فى قدرات النبات الدفاعية الكيماوية . ومن الميكروبات الأخرى التى تتأثر انزيماتها بمكونات الخلية النباتية ميكروب « بيثيوم » وهو ميكروب

مخرب انتهازى يهاجم كثيراً من النباتات فى أطوار نموها الأولى كما يهاجم بعض الثمـار أثناء تخزينها . هذا الميكروب لا ينجح فى الهجوم على ثمار التفاح فى الوقت الذى ينمو فيه جيدا على أنسجة التفاح المجروحة بدون أن يتقدم ويهاجم ما يليها من خلايا سليمة . وبالدراسة وجد أن منع تقدم الميكروب يرجع الى وجود حمض الماليك بالخلايا الذى يعتبر مانعا لنشاط الميكروب الانزيمى .

وفى معظم الميكروبات الفطرية المتوازنة حيث يكون نمو الميكروب بين الخلايا لا يخترقها الا بواسطة نموات دقيقة تعرف بالماصات ، نجد أنه كثيرا ما تنمو تلك الماصات داخل الخلايا حتى تلامس النواة حيث الغذاء الوفير . والواقع أن كثيرا من النباتات تجذب تلك الماصات الى نوايات خلاياها بدافع وفرة الغذاء ، الى المصـير المحتوم ، فالنواة كثيرا ما تكون مركز الدفاع فى الخلية فاذا اشتد قرب الماص من النواة تأثرت حيوية الماص وبدأ فى الموت والتحلل بفعل قوى النواة الكيماوية .

وفى بعض الأحيان نجد أن النبات لا يقاوم الميكروب المهاجم بافرازات مضـادة له بل بالافرازات الكيماوية للميكروب المهاجم نفسه . فافرازات الميكروب الكيماوية تحدث فى بعض النباتات رد فعل شديد وتترك أثرا مميتا على الأنسجة النباتية الموجود بها الميكروب والمحيطة به . موت الأنسجة ييسر كثيرا الهجوم لدى الميكروبات المخربة

ولكن تأثيره على الميكروبات المتوازنة كثيرا ما يكون ضارا باستمرار نمو ونشاط تلك الميكروبات المهاجمة . فمعظم الميكروبات المتوازنة لا تحسن هجوما الا اذا كان النسيج حيا ، أما اذا فقد النسيج حيويته فان الميكروب يفقد القدرة على مواصلة الهجوم . استجابة خلايا النبات بالموت لافرازات الميكروب الكيماوية تلك الاستجابة السريعة هى تضحية من النبات ببعض خلاياه لايقاف تقدم الميكروب وهجومه . تظهر هذه الحالة التى تعرف بزيادة حساسية النبات للميكروب المهاجم فى بعض أصناف القمح المقاومة لبعض سلالات ميكروب « پاكسينا جرامينيس » المسبب لمرض الصدأ الأسود ، اذ تموت خلايا النبات المهاجم سريعا عقب هجوم الميكروب وكذلك الخلايا المحيطة ، فيحاصر الميكروب فى مكانه ، فهو محاط بخلايا ميتة من كل اتجاه لا يستطيع لها اختراقا .

ثالثا : طرق الدفاع الطبيعية

قد لا تكون أسلحة النبات الدفاعية ميكانيكية كانت أم كيماوية ، قادرة على صد الهجوم الميكروبى لهذا فكثيرا ما يلجأ النبات الى وسائل أخرى قد تكون تفاديا وهروبا من الميكروب ، وقد تكون قدرة وتحملا لاضرار وجوده بين أنسجته .

(١) الهـروب :

هذا النوع من المقاومة لا ينتج عن وجود طرق دفاعية محددة فى أجهزة النبات ، بل يرجع الى قدرة النبات على النمو بطريقة تقلل من فرص تعرض النبات للميكروب أو تجعل تعرضه للميكروب يحدث تحت ظروف لا تتلاءم ونشاط الميكروب الهجومى . فاستعداد النبات للاصابة بميكروب معين محدد بظروف بيئية خاصة . كما أن نشاط الميكروب وقدرته على الهجوم على النبات العائل أيضا موقوت بظروف بيئية خاصة . قد تتفق الظروف التى تجعل النبات مستعدا للاصابة مع الظروف الملائمة لنشاط الميكروب ، عند ذلك يكون الخطر على النبات متى حدثت تلك الظروف فى منطقة نمو النبات وفى وجود الميكروب .

واذا كان استعداد النبات للاصابة بالميكروب يحدث

تحت ظروف بيئية لا تتلاءم ونشاط الميكروب أى انه فى الوقت الذى يكون فيه الميكروب قادرا على الهجوم يكون فيه النبات مقاوما للمرض . عند ذلك لا يخشى على النبات من الميكروب ، والنبات بظروف نموه وقابليته للاصابة يقاوم الميكروب طبيعيا فاذا نشط الميكروب قاوم النبات ، واذا ضعف النبات خمل الميكروب .

فى كلتا الحالتين السابقتين ، سواء اتفقت ظروف نشاط الميكروب مع قابليته للاصابة أو اختلفت ، فانه كثيرا ما تحدث الظروف الملائمة لنشاط الميكروب وقدرته على اصابة نبات معين فى وقت غير ملائم للنمو الطبيعى ، فينشط الميكروب ولا يجد فى طريق انتشاره ذلك النبات. أما اذا حل موسم نمو النبات فان الميكروب يكون قد وصل الى حالة من الخمول فلا يستطيع هجوما على النبات . فى تلك الحالات نجد أن النبات قد هرب من هجوم الميكروب فتحاشاه فى وقت نشاطه وظهر على الأرض فى وقت خموله .

وعموما يمكن القول ان نمو النبات فى وقت غير ملائم لنشاط الميكروب هو نوع من الهروب ، كذلك فان قصر موسم نمو النبات عن المعدل أو قصر الفترة التى يكون فيها النبات قابلا للاصابة بالميكروب تقلل من فرص هجوم الميكروب وتساعد النبات على الهروب منه .

في بعض الحالات التى تلعب فيها الحشرات دورا هاما فى نقل الميكروبات نجد أن حدوث الهجوم يتوقف على وصول الحشرات الى النباتات فاذا كان هناك ما يمنع الحشرة من الوصول الى النبات فان الاصابة لا تحدث برغم قابلية النبات للاصابة بالميكروب بسهولة . • يحدث ذلك الهروب فى حالة الميكروب الفيروسى المسبب لمرض الموازايك الأصفر فى نبات اللبلاب . فقد وجد أن بعض أصناف نباتات اللبلاب تعاكس فى تغذية الحشرة النافلة الميكروب وذلك لأن سطح تلك النباتات مغطى بشعور غزيرة . تفضل الحشرات لهذا السبب التغذية على نباتات أخرى غير هذه الأصناف من اللبلاب • وقد أمكن انجاح الهجوم بهذه الميكروبات على تلك الأصناف التى تهرب من المرض بمنع الحشرات منها ، وذلك بزراعتها منفردة فى بيت زجاجى مغلق مع الحشرات الناقلة المحملة بالميكروب . اذ ذاك لم يكن لدى الحشرات مجال الاختيار بين مختلف الطعام فليس أمامها الا هذا النوع من اللبلاب تتغذى عليه وتضع به ميكروب المرض .

(ب) التحمل :

ويقصد بهذا الاصطلاح قدرة النبات على تحمل غزو الميكروب بدون أن تظهر عليه أعراض واضحة تؤثر تأثيرا كبيرا على نموه وانتاجه العاديين ، فالتحمل حقيقة ليس سلاحا

من أسلحة الدفاع فالنبات لا يقاوم الميكروب ولكنه لايشكو وينتحب ، آثار هجوم الميكروب والأضرار الناتجة عنه سرعان ما يعوضها ، مثله فى ذلك كمثل الجيش المحارب لدولة غزيرة النسل سريعة الانتاج ، كلما فنى جزء من جيشها فى حلبة القتال حل محله ما يعوضه فأعداد قواته ثابتة وانتاجه من السلاح يتكافأ مع مقدار استهلاكه منه . ومثله فى الميكروبات كميكروب يهاجم نباتين بنفس القوة مسببا عفنا لجذورها فيدافع النباتان ضد هجوم الميكروب بنفس القدرة فالمحصلة واحدة والاصابة متكافئة ، ولكن أحد النباتين يعوض الجذور التالفة بفعل الميكروب بجذور جديدة أخرى بسرعة ، أما الثانى فيكون تعويضه بطيئا محدودا . فالنبات الأول يتحمل هجوم الميكروب ولا يظهر على نموه أثر واضح فى حين أن النبات الثانى سرعان ما يستسلم فيظهر أثر المرض عليه واضحا جليا . ويحدد مقدار الضرر فى هذه الحالة بالفرق بين سرعة اتلاف الأنسجة بفعل الميكروب وسرعة تعويض هذه الأنسجة التالفة بأخرى سليمة .

يحدث التحمل أيضا مع بعض أنواع البطيخ التى تتحمل العطش ، فهى تتحمل هجوم الميكروبات المهاجمة للأوعية الناقلة للماء من الجذور الى باقى أجزاء النبات والتى تعمل بوجودها بكثرة على الاقلال من مرور الماء

الى أعلى . هذه النباتات نظرا لقدراتها على تحمل العطش، لا تظهر عليها اعراض الهجوم الميكروبى بسهولة ويستمر النبات فى نموه وانتاجه بالقدر الذى يصله من الماء والغذاء . أما أنواع البطيخ الأخرى التى لا تتحمل العطش فانها عند هجوم هذا الميكروب ونموه فى الأوعية الناقلة واقلاله من مرور الماء الى الأفرع والأوراق العليا فانها تظهر عليها أعراض العطش فتذبل النباتات وتتدلى أوراقها وأفرعها .

الإنسان بين الميكروبات والنباتات

الصراع بين الميكروبات والنباتات هز الانسانية هزا عميقا فى فترات من التاريخ القديم والحديث ، سواء قبل أن يدرك الانسان حقيقة هذا الصراع أو بعد أن علمه وفسره وازداد ادراكه لحقيقة الأمر وقدره . علم الانسان أن الميكروبات تضعف النبات وقد تقتله . والنبات للانسان غذاء وكساء ومزاج ودواء . فالقضاء على النباتات قضاء عليه . لهذا لم يستطع الانسان أن يكون متفرجا خارج الحلبة ، بل كان عليه أن يتدخل وأن يكون تدخله فى صالح النبات ، يناصره فكرا وعملا ، مدافعا عن وجوده وصدا وهجوما على ميكروباته .

ركز بعض علماء الأرض وباحثوها دراسات علمية عملية على تلك الميكروبات وطرق نموها وتكاثرها ، وانتقالها وانتشارها ، وهجومها ودخولها ، والعلاقات بينها وبين النباتات . كما درس بعضهم النباتات وأسلحتها الدفاعية وامكانياتها المختلفة لصد الهجوم الميكروبى أو الهرب منه . بعد أن تمكن العلماء من معرفة الميكروبات وصفاتها والنباتات وخواصها اتجه العلم الى البحث عن وسيلة يقيد بها الميكروبات ويحد من غلوائها ، ويرفع بها قوى النبات

الدفاعية ويزيد من تحملها . تبلورت الدراسات حول هذا الموضوع وانتهت الى برامج مدروسة يستخدمها الانسان لصالح النبات ضد الميكروبات .

فبالرغم من أن الانسان كان عاملا قويا فى نشر الميكروبات ونقلها من جزء من العالم الى أجزاء أخرى منه ، الا أنه تنبه لفعله ، وقدر الأضرار التى يحدثها نقله للأجزاء النباتية المحملة بالميكروبات من مكان الى آخر ، لهذا فقد اهتمت مختلف الدول بالحد من تنقلات النبات وأجزائها ، فسنت قوانين الحجر الزراعى وبمقتضاها يمنع نقل النباتات وأجزائها من بلد الى آخر أو من منطقة الى أخرى الا بعد فحصها والتأكد من خلوها من الميكروبات التى يخشى منها على نباتات البلد المستورد ، فلا يسمح بالمرور لداخل المنطقة المحجوز عليها الا للنباتات السليمة من الميكروبات التى يخشى خطرها .

كثيرا ما تتخطى الميكروبات ، متحدية القوانين ، حواجز الحجر الزراعى بوسائل انتقالها الخاصة التى لا يمكن وقفها . عند ذلك تبدأ المعركة بين الميكروبات الدخيلة والنباتات ، ويتدخل الانسان بطرق مختلفة التى تبدأ عادة بعمليات العزل والابادة ، وذلك بتحديد المنطقة الملوثة بها ، ثم يتبع وسائل الابادة المختلفة طبيعية وكيماوية .

اذا انتشرت الميكروبات رغم كل المحاولات السابقة ،

وكثيرا ما يحدث ذلك ، فهناك من البرامج الوقائية والعلاجية ما يمكن اتباعه لمساعدة النباتات . ومن أهم بنود هذه البرامج استخدام الأدوية المختلفة لقتل الميكروبات أو منع هجومها على النباتات .

وقد اتضحت أهمية أسلحة النبات الدفاعية فى الحد من هجوم الميكروبات لهذا فقد ساهم الزراعيون عن طريق عمليات التربية النباتية فى تقوية أسلحة النبات الدفاعية بايجاد أصناف جديدة من النباتات تتمتع بقوى دفاعية لا تتيسر لكثير من النباتات السابقة .

وليس معنى هذا أن مشكلة النبات من ناحية الميكروبات قد انتهت ، والنبات أصبح يعيش فى سلام بل كما بينا عند الكلام على مرونة الميكروبات ، أن الميكروبات لا تسلم بسهولة فهى ان سلمت فالى حين ، فى معظم الأحوال ، بعدها تكون قد استعدت لعامل الدفاع الجديد الذى أدخله الانسان . لهذا فالمعركة الآن قد أصبحت مستمرة ليس بين الميكروبات والنبات فحسب بل بين الميكروبات من جهة والنباتات والانسان من جهة أخرى .

المراجع

اسماعيل على ابراهيم وحسين العروسى « ١٩٦٢ » ، أمراض القطن .

شاكر حماد وحسين العروسى ومحمود عاصم عبد الحليم (١٩٦٥) . آفات وأمراض الخضر ومقاومتها ، الدار القومية للطباعة والنشر .

Brock, T. (1962): Mikstones in microbiology. Prentice-Hall, N. J.

Butler, E J. and Jones, S. G. (1955): Plant pathology. Macmillan Co., Lond.

Carter, W. (1962): Insects in relation to plant diseases. Interscience Pup. N. Y.

Christensen, C. M. (1951): The molds and man, Univ. Minn. Pr , Minneapolis

Gaumann, E (1950): Principles of plant infection, Crosby lockwood Ltd, London.

Leach, J. G. (1940): Insect transmission of Plant Diseases, Mc Graw Hill Co., N. Y.

Oearth, A. I. (1959): The origin of life on the Acad. Pr., N. Y.

Lilly, V. G. and Barnett, H L. (1951): Physiology of the fungi. Mc Graw Hill, N. Y.

Reed, H. S. (1942): A short History of the plant science. Waltham, Mass.

Stakman, E. C. and Harrar, J. G (1957): Principles of plant pathology. The Ronald Pr. Co., N. Y.

Stevens, N. E. and Stevens, R B. (1952): Disease in Plants. Waltham, Mass, U S. A.

Williams, C B. (1958): Insect migration. Collins, Lond.

الفهـــرس

صفحة

أعلام العرب

تصدرها الدار المصرية للتاليف والترجمة

توزيع مكتبة مصر – ٣ شارع كامل صدقى

تظهر تباعاً كل يوم ٧ من كل شهر

ظهر منها :

١ – محمد عبده	. . . . .	الاستاذ عباس محمود العقاد
٢ – المعتمد بن عباد	. . .	الاستاذ على ادهم
٣ – جابر بن حيان	. . .	الدكتور زكى نجيب محمود
٤ – عبد الرحمن بن خلدون	.	الدكتور على عبد الواحد وافى
٥ – ابن تيمـيـة	. . . . .	الدكتور محمد يوسف موسى
٦ – معـاوية	. . . . . .	الاستاذ ابراهيم الابيارى
٧ – سيد درويش	. . . . .	الدكتور محمود احمد الحفنى
٨ – عبد القاهر الجرجانى	. .	الدكتور احمد احمد بدوى
٩ – عبد الله النديم	. . .	الدكتور على الحديدى
١٠ – عبد الملك بن مروان	. .	الدكتور ضياء الدين الريس
١١ – مالك	. . . . . .	الاستاذ امين الخولى
١٢ – القلقشندى	. . . .	الدكتور عبد اللطيف حمزة

١٣ ـ الطبرى . . . . . . الدكتور احمد محمد الحوفى

١٤ ـ الظاهر بيبرس . . . . الدكتور سعيد عبد الفتاح عاشور

١٥ ـ ابن الفارض . . . . . الدكتور محمد مصطفى حلمى

١٦ ـ المختـــار الثقفى . . . الدكتور على حسنى الخربوطلى

١٧ ـ الوليد بن عبد الملك . . الاستاذ احمد الشرباصى

١٨ ـ الاصمعى . . . . . . الدكتور احمد كمال زكى

١٩ ـ زكريا احمد . . . . . الاستاذ صبرى ابو المجد

٢٠ ـ قاسم امين . . . . . الدكتور ماهر حسن فهمى

٢١ ـ شكيب ارســلان . . . الدكتورة سيدة اسماعيل الكاشف

٢٢ ـ ابن قتيبة . . . . . الدكتور عبد الحميد سند الجندى

٢٣ ـ ابو هـريرة . . . . . الاستاذ محمد عجاج الخطيب

٢٤ ـ عبد العزيز البشرى . . الدكتور جمال الدين الرمادى

٢٥ ـ الخنساء . . . . . . الدكتور محمد جابر عبد العال الحينى

٢٦ ـ الصاحب بن عباد . . . الدكتور بدوى طبانة

٢٨ ـ الناصر محمد بن قلاوون . الدكتور محمد عبد العزيز مرزوق

٢٩ ـ احمـد زكى . . . . . الاستاذ انور الجندى

٣٠ ـ حسان بن ثابت . . . الدكتور سيد حنفى حسنين

٣١ ـ المثنى بن حارثة الشيبانى . العقيد محمد فرج

٣٢ ـ مظفر الدين كوكبورى . . الاستاذ عبد القادر احمد طليمات

٣٣ ـ رشيد رضا الامام المجاهد . الدكتور ابراهيم احمد العدوى

٣٤ ـ اسحاق الموصلى . . . الدكتور محمود احمد الحفنى

٣٥ ـ ابو حيان التوحيدى . . الدكتور زكريا ابراهيم

٣٦ ـ ابن المعتز العباسى . . . الدكتور احمد كمال زكى

٣٧ ـ الزهاوى . . . . . . الدكتور ماهر حسن فهمى

دار مصر للطباعة

٣٧ شارع كامل صدقي